

Effectevaluatie van snelheids- en roodlichtcamera's op gewestwegen in Vlaanderen

RA-2012-001

Ellen De Pauw, Stijn Daniels, Tom Brijs, Elke Hermans, Geert Wets



DIEPENBEEK 2012

STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID

© **Steunpunt Verkeersveiligheid**

Wetenschapspark 5 bus 6 | 3590 Diepenbeek

Consortium UHasselt, KU Leuven en VITO

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder uitdrukkelijk te verwijzen naar de bron.

Dit rapport kwam tot stand met de steun van de Vlaamse Overheid, programma 'Steunpunten voor Beleidsrelevant Onderzoek'. In deze tekst komen onderzoeksresultaten van de auteur(s) naar voor en niet die van de Vlaamse Overheid. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk gesteld worden voor het gebruik dat kan worden gemaakt van de meegedeelde gegevens.

Het Steunpunt Verkeersveiligheid 2012-2015 voert in opdracht van de Vlaamse overheid beleidsondersteunend Wetenschappelijk onderzoek uit over verkeersveiligheid. Het Steunpunt Verkeersveiligheid is een samenwerkingsverband tussen de Universiteit Hasselt, de KU Leuven en VITO, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek.

Inhoudstafel

1	INLEIDING	14
1.1	Achtergrond en aanleiding.....	14
1.2	Totstandkoming van dit onderzoeksrapport	15
1.3	Verklaring termen	15
1.4	Structuur van het onderzoeksrapport	16
2	snelheids- en roodlichtcamera's in Vlaanderen en het buitenland	17
2.1	Snelheidscamera	17
2.1.1	Relatie tussen snelheid en ongevallen	17
2.1.2	Werking snelheidscamera.....	18
2.1.3	Snelheidscamera's in Vlaanderen	18
2.2	Roodlichtcamera's	19
2.2.1	Relatie tussen roodlichtnegatie en ongevallen.....	19
2.2.2	Werking roodlichtcamera	20
2.2.3	Overzicht RLC in Vlaanderen	20
2.3	Procedure tot plaatsen van een camera en uiteindelijke gebruik in Vlaanderen	20
2.3.1	Reguliere procedure Vlaanderen	20
2.3.2	Criteria volgens bevroegde politiezones	22
2.4	Effectevaluatie in het buitenland.....	23
2.4.1	Effectiviteit snelheidscamera's.....	23
2.4.2	Effectiviteit roodlichtcamera's	24
3	METHODIEK.....	26
3.1	Procesevaluatie vs effectevaluatie	26
3.2	Vertekende factoren bij het uitvoeren van voor- en nastudies	27
3.2.1	Verkeersongevallen zijn stochastische gebeurtenissen.....	27
3.2.2	Regressie naar het gemiddelde	27
3.2.3	Trend-effecten	28
3.2.4	Veranderingen in verkeersvolume	28
3.2.5	Elke andere maatregel geïntroduceerd op moment van verkeersveiligheidsmaatregel	28
3.2.6	Spillover effect	29
3.3	Empirical Bayes methode	29
3.3.1	De berekening van de effectiviteit van een maatregel op één locatie	29
3.3.2	Meta-analyse	32
3.3.3	Vergelijkende analyse tussen kenmerken	33
3.4	Vergelingsgroep	33
3.4.1	Echte locaties	33
3.4.2	Risicomodel	34
4	DATAVERZAMELING	35
4.1	Selectie van onderzoeks- en vergelijkingslocaties en ongevallen	35
4.1.1	Selectie van onderzoeks- en vergelijkingslocaties.....	35

4.1.2	Selectie van ongevallen	40
4.2	Enkel FODdata	41
4.2.1	Roodlichtcamera's	41
4.2.2	Snelheidscamera's	48
4.3	Combinatie FODdata en politiedata	54
4.3.1	Roodlichtcamera's	55
4.3.2	Snelheidscamera's	59
5	Resultaten	64
5.1	Analyses met FODdata - SNC.....	64
5.1.1	Snelheidscamera's zonder werken	65
5.1.2	SNC met werken.....	74
5.1.3	Conclusies effectiviteit SNC.....	84
5.2	Analyses met FODdata – RLC	85
5.2.1	RLC zonder werken	86
5.2.2	RLC met werken	95
5.2.3	Conclusies effectiviteit RLC	100
5.3	Analyses met combinatie FODdata en politiedata	100
5.3.1	SNC	101
5.3.2	RLC	103
5.3.3	Conclusies analyses combinatie FODdata en politiedata	106
5.4	Onderscheid naar type ongeval aan RLC	106
5.4.1	Overzicht aantal flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen.....	107
5.4.2	Alle letselongevallen	109
5.4.3	Ernstige ongevallen	112
5.4.4	Conclusie	114
5.5	Onderscheid naar afstand tot SNC.....	114
5.5.1	Overzicht aantal ongevallen op verschillende afstanden tov de SNC	114
5.5.2	Voor- en na analyse van de ongevallen op een verschillende afstand tov de SNC	118
5.6	Onderscheid naar kenmerken van de locatie	119
5.6.1	SNC	120
5.6.2	RLC	122
5.6.3	Conclusie onderscheid naar kenmerken van locaties	127
5.7	Onderscheid naar type weggebruiker.....	127
5.7.1	SNC	128
5.7.2	RLC	129
6	Discussie.....	132
6.1	Snelheidscamera's	132
6.2	RLC.....	134
7	Conclusies	137
8	Aanbevelingen	138

Lijsten

Figuren

Figuur 2.1: 3 types ongevallen op kruispunten (Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, z.d.)	19
Figuur 4.1 Overzicht van de selectie van de voor- en naperiodes	39
Figuur 4.2 Stroomdiagram van het aantal locaties in de onderzoeks- en vergelijkingsgroep van RLC (analyse met enkel FODdata).....	42
Figuur 4.3 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC zonder werken voor de analyses met enkel FODdata	47
Figuur 4.4 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC met werken voor de analyses met enkel FODdata	47
Figuur 4.5 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in vergelijkingsgroep 1 voor de analyses met RLC, waarbij enkel gebruik gemaakt wordt van de FODdata	48
Figuur 4.6 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in vergelijkingsgroep 2 (de algemene ongevaltrend in Vlaanderen).....	48
Figuur 4.7 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep van SNC voor de analyse met enkel FODdata	50
Figuur 4.8 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen voor de SNC zonder werken	53
Figuur 4.9 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen voor de SNC met werken	54
Figuur 4.10 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de vergelijkingsgroep 1 voor de analyses met SNC, waarbij enkel gebruik gemaakt wordt van de FODdata	54
Figuur 4.11 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep van RLC voor de analyse met de combinatie van FODdata en politiedata.....	57
Figuur 4.12 Analyses met een combinatie van FODdata en politiedata	59
Figuur 4.13 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep van SNC voor de analyse met de combinatie van FODdata en politiedata.....	60
Figuur 4.14 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep zonder werken, met werken en in vergelijkingsgroep 1 voor analyse 2 met SNC	63
Figuur 5.1 Het procentuele verloop van het aantal letselongevallen op locaties met SNC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (analyses enkel FODdata)	66
Figuur 5.2 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond SNC zonder werken	67
Figuur 5.3 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend. 68	
Figuur 5.4 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend	69
Figuur 5.5 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 1 ter controle van trend	69
Figuur 5.6 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend	70

Figuur 5.7 Het procentuele verloop van het aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met SNC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (analyse met enkel FODdata)	71
Figuur 5.8 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond SNC zonder werken	72
Figuur 5.9 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend	73
Figuur 5.10 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM, en VG2 ter controle van de trend	73
Figuur 5.11 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 voor trend	74
Figuur 5.12 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met methode van Elvik als controle voor RTM en VG2 voor trend	74
Figuur 5.13 Het procentuele verloop van het aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep met SNC met werken en beide vergelijkingsgroepen (analyses met enkel FODdata)	75
Figuur 5.14 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond SNC met werken	76
Figuur 5.15 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend	77
Figuur 5.16 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en VG2 voor trend	78
Figuur 5.17 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 ter controle van trend	78
Figuur 5.18 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik ter controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend	79
Figuur 5.19 Het procentuele verloop van het aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met SNC met werken en beide vergelijkingsgroepen	80
Figuur 5.20 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond SNC met werken	81
Figuur 5.21 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met VG1 als controle voor RTM en trend	82
Figuur 5.22 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met VG1 als controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend	83
Figuur 5.23 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 ter controle van de trend	83
Figuur 5.24 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend	84
Figuur 5.25 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep en beide vergelijkingsgroepen op locaties met een RLC, waar geen werken plaatsvonden (analyses met enkel FODdata)	86
Figuur 5.26 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC zonder werken	88
Figuur 5.27 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle voor RTM en trend .	89

Figuur 5.28 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend	90
Figuur 5.29 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 1 voor de trend	90
Figuur 5.30 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen van RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend	91
Figuur 5.31 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met gebruik van het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 1 voor de trend	92
Figuur 5.32 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met gebruik van het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend	92
Figuur 5.33 Aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (voor analyses met enkel FODdata)	93
Figuur 5.34.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC zonder werken, met methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend	93
Figuur 5.35 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend	94
Figuur 5.36 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, met het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend	95
Figuur 5.37 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep van RLC met werken en beide vergelijkingsgroepen (voor analyses met enkel FODdata)	95
Figuur 5.38.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC met werken met methodiek Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend	96
Figuur 5.38.b Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC met werken met risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend	96
Figuur 5.40 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC met werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend.....	97
Figuur 5.41 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend.....	97
Figuur 5.42 Aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep bestaande uit RLC met werken en beide vergelijkingsgroepen (analyses met enkel FODdata).....	98
Figuur 5.43.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC met werken, met methodiek Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend	98
Figuur 5.43.b Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend	98
Figuur 5.45 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC met werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend.....	99
Figuur 5.46 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend.....	99

Figuur 5.47 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de SNC zonder werken en vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyse met de combinatie van FOD- en politiedata).....	102
Figuur 5.48 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de SNC met werken, vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyses met een combinatie van FODdata en politiedata)	103
Figuur 5.49 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyses met een combinatie van FODdata en politiedata)	104
Figuur 5.50 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de RLC met werken en vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyse met FOD- en politiedata)	105
Figuur 5.51 Aantal letselongevallen aan RLC zonder werken, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen.....	107
Figuur 5.52 Aantal ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen	108
Figuur 5.53 Aantal letselongevallen in Vlaanderen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen.....	108
Figuur 5.54 Aantal ernstige ongevallen in Vlaanderen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen.....	109
Figuur 5.55 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor alle flankaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend .	110
Figuur 5.56 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor alle kop-staartaanrijdingen rond RLC zonder werken, met methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend	110
Figuur 5.57 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle flankaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend	111
Figuur 5.58 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle kop-staartaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend	112
Figuur 5.59 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor ernstige flankaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend	112
Figuur 5.60 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor ernstige kop-staartaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend	113
Figuur 5.61 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige flankaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend	113
Figuur 5.62 Aantal ongevallen per jaar geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken	115
Figuur 5.63 Percentuele evolutie van het aantal ongevallen, geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken.....	116
Figuur 5.64 Aantal ernstige ongevallen per jaar geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken	117
Figuur 5.65 Percentuele evolutie van het aantal ernstige ongevallen, geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken.....	118
Figuur 5.66 Aantal gewonden per jaar op locaties met SNC zonder werken, opgedeeld naar aard van weggebruiker	128
Figuur 5.67 Aantal gewonden per jaar op locaties met RLC zonder werken, opgedeeld naar aard van weggebruiker	130

Tabellen

Tabel 1.1 % snelheidsovertreders naar snelheidslimiet in Vlaanderen in 2007 (BIVV, 2009)	14
Tabel 2.1 % wijziging in het aantal ongevallen indien de V85 rond de toegelaten snelheid zou liggen	17
Tabel 2.2 Overzicht van het aantal SNC dat per jaar werd geplaatst en in gebruik genomen	19
Tabel 2.3 Overzicht van het aantal RLC dat per jaar werd geplaatst en in gebruik genomen.....	20
Tabel 2.4 Overzicht criteria tot plaatsen van een RLC volgens gemeenten en politiezones (bron: bevraging door AWW)	22
Tabel 2.5 Overzicht criteria tot plaatsen van een SNC volgens gemeenten en politiezones (bron: bevraging door AWW)	23
Tabel 4.1 Kenmerken van RLCsites in de onderzoeksgroep in analyse met enkel FODdata	43
Tabel 4.2 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met RLC, voor analyses met enkel FODdata	44
Tabel 4.3 Odds ratios van vergelijkgroep 1 met de onderzoeksgroep voor de analyses met RLC met FODdata	44
Tabel 4.4 Vergelijkende analyse van de kwalitatieve kenmerken van de locaties in de onderzoeksgroep en vergelijkgroep 1 voor de RLC in analyse met enkel FODdata.....	45
Tabel 4.5 Odds ratios van vergelijkgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses met RLC met FODdata	46
Tabel 4.6 Kenmerken van SNC in onderzoeksgroep in analyse met enkel FODdata	49
Tabel 4.7 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met SNC, voor analyses met enkel FODdata	51
Tabel 4.8 Odds ratios van vergelijkgroep 1 met de onderzoeksgroep voor de analyses met SNC met FODdata	51
Tabel 4.9 Vergelijkende analyse van de kwalitatieve kenmerken van de locaties in de onderzoeksgroep en vergelijkgroep 1 voor de SNC in analyse met enkel FODdata	52
Tabel 4.10 Odds ratios van vergelijkgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses met SNC met FODdata	53
Tabel 4.11 Kenmerken van RLCsites in onderzoeksgroep in de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van een combinatie van FODdata en politiedata	55
Tabel 4.12 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met RLC, voor analyses met FODdata en politiedata	56
Tabel 4.13 Odds ratios van vergelijkgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses van RLC met een combinatie van FODdata en politiedata	58
Tabel 4.14 Kenmerken van SNC in onderzoeksgroep in de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van een combinatie van FODdata en politiedata	61
Tabel 4.15 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met SNC, voor analyses met FODdata en politiedata	61
Tabel 4.16 Odds ratios van vergelijkgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses van SNC met een combinatie van FODdata en politiedata	62
Tabel 5.1 Overzicht van de resultaten van de analyses van SNC (met gebruik van enkel FODdata), uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI]	85
Tabel 5.2 Overzicht resultaten effectiviteitanalyses RLC met enkel gebruik van FODdata, uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI].....	100
Tabel 5.3 Effectiviteit SNC zonder werken met een variërende k-factor (voor analyses met combinatie van FOD- en politiedata)	102
Tabel 5.4 Effectiviteit SNC met werken met een variërende k-factor.....	103

Tabel 5.5 Effectiviteit RLC zonder werken met een variërende k-factor (voor analyses met een combinatie van FOD- en politiedata)	104
Tabel 5.6 Effectiviteit RLC met werken met een variërende k-factor (voor analyses met een combinatie van FOD- en politiedata)	105
Tabel 5.7 Samenvattende tabel van de analyses waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen de flankaanrijdingen en de kop-staartaanrijdingen rond RLC, uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI] ..	114
Tabel 5.8 Resultaten van de analyses van de effectiviteit van SNC, waarbij ongevallen werden geselecteerd volgens verschillende afstanden tov de flitspaal	119
Tabel 5.9 Effectiviteit van SNC, opgedeeld naar kenmerken van de locatie	120
Tabel 5.10 Vergelijkende analyse van de effectiviteit gebaseerd op alle letselongevallen, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk	122
Tabel 5.11 Effectiviteit van RLC, specifiek voor flankaanrijdingen, opgedeeld naar kenmerken van de locatie	123
Tabel 5.12 Effectiviteit van RLC, specifiek voor kop-staartaanrijdingen, opgedeeld naar kenmerken van de locatie.....	124
Tabel 5.13 Vergelijkende analyse van de effectiviteit, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk voor de flankaanrijdingen rond RLC	125
Tabel 5.14 Vergelijkende analyse van de effectiviteit gebaseerd op alle letselongevallen, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk voor de kop-staartaanrijdingen rond RLC.....	126
Tabel 5.15 Gemiddeld aantal gewonden per jaar per locatie voor en na het plaatsen van een SNC, opgedeeld naar aard van weggebruiker, dit zowel voor de onderzoeksgroep, als voor vergelijkingsgroep 2.....	129
Tabel 5.16 Gemiddeld aantal gewonden per jaar per locatie voor en na het plaatsen van een RLC, opgedeeld naar aard van weggebruiker, dit zowel voor de onderzoeksgroep, als voor vergelijkingsgroep 2.....	131

Gebruikte afkortingen

ADSEI	Federale Overheidsdienst - Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie
AWV	Vlaamse overheid - Agentschap Wegen en Verkeer
BI	Betrouwbaarheidsinterval
BIVV	Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid
EMT	Agentschap Wegen en Verkeer - Afdeling Elektromechanica en Telematica
EVT	Agentschap Wegen en Verkeer - Afdeling Expertise Verkeer en Telematica
FOD	Federale Overheidsdienst
IMOB	UHasselt - Instituut voor mobiliteit
PCV	Provinciale Commissie Verkeersveiligheid
RLC	Roodlichtcamera
RTM	Regression to the mean
SNC	Snelheidscamera
VG	Vergelijkingsgroep

Samenvatting

In dit onderzoeksrapport worden de effecten van snelheidscamera's en roodlichtcamera's op de verkeersonveiligheid in Vlaanderen onderzocht.

De Vlaamse overheid heeft als wegbeheerder ongeveer 256 snelheidscamera's geplaatst op wegvakken. 416 kruispunten zijn uitgerust met roodlichtcamera's. Deze roodlichtcamera's controleren zowel rood rijden als snelheid. Vlaams minister van Mobiliteit en Openbare werken Hilde Crevits gaf aan het Steunpunt Verkeersveiligheid de opdracht de effecten op de verkeersveiligheid te onderzoeken van snelheidscamera's en roodlichtcamera's op Vlaamse gewestwegen.

Om het effect op de verkeersveiligheid te onderzoeken werd nagegaan welke invloed de plaatsing van snelheidscamera's en roodlichtcamera's had op het aantal letselongevallen en ernstige ongevallen. Daartoe werd gebruik gemaakt van een voor- en nastudie, waarbij het aantal ongevallen vòòr de plaatsing werd vergeleken met het aantal ongevallen na de plaatsing van de flitspalen. Bij dergelijke vergelijking is het belangrijk ook rekening te houden met andere factoren die gedurende de onderzoeksperiode een invloed hadden op het ongevallenaantal, zoals de effecten van andere verkeersveiligheidsmaatregelen, de gedeeltelijke toevalligheid van het ontstaan van ongevallen, veranderingen in verkeersvolume en autonome evoluties in de verkeersonveiligheid. Daarom werd de Empirical Bayes methode gehanteerd, die internationaal aanvaard wordt als de beste standaard in evaluatie-onderzoek omtrent verkeersonveiligheid. Deze methode vergelijkt het aantal ongevallen na een interventie met de situatie voordien en houdt daarbij rekening met andere factoren die mogelijk een invloed hadden op het ongevallenaantal. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een vergelijkingsgroep om beïnvloedende factoren zoals generieke veranderingen in het verkeersvolume, andere verkeersveiligheidsmaatregelen en weersomstandigheden in rekening te brengen. Daarnaast werd door het hanteren van statistische technieken ook gecorrigeerd voor het zogenoemde regressie-naar-het-gemiddelde-effect. Het hanteren van de Empirical Bayes methode controleert vooral voor verkeersveiligheidsmaatregelen die op ruimere schaal zijn ingevoerd. Het is echter zo dat op vele locaties, behalve de plaatsing van onbemande camera's, ook lokale ingrepen zijn gebeurd tijdens de onderzoeksperiode. Deze locaties werden geïnventariseerd zodat het specifieke effect van de plaatsing van de camera's hiervan geïsoleerd kon worden.

Om het effect van een maatregel op een bepaalde locatie te kunnen evalueren is er nood aan minimaal één jaar ongevallendata in de periode vòòr en na de uitvoering van de maatregel. Tevens dienen deze ongevallendata geografisch gelokaliseerd te zijn om een selectie van de ongevallen in de buurt van het onderzochte punt mogelijk te maken. Aangezien bij het uitvoeren van dit onderzoek deze gelokaliseerde ongevallendata voor Vlaanderen beschikbaar waren tot en met 2008, konden alle roodlichtcamera's en snelheidscamera's geplaatst tot en met 2007 worden opgenomen. Op die manier werden uiteindelijk 253 roodlichtcamera's en 65 snelheidscamera's geselecteerd en geëvalueerd. Om te controleren voor trendeffecten in verkeersongevallen werd het ongevalverloop in geheel Vlaanderen als vergelijkingsgroep gehanteerd. Voor de roodlichtcamera's werden de ongevallen in een straal van 50m gebruikt, voor de snelheidscamera's werd een weglengte van 500m voor en na de camerolocatie gehanteerd.

Wat betreft het effect van **snelheidscamera's** vinden we geen statistisch significant effect op het aantal letselongevallen. De best mogelijke schatting voor het effect is een daling van het aantal ongevallen met 8%. Voor de zwaarste ongevallen, die met zwaargewonden of doden, vinden we wel een significant effect: een daling met 29%. Deze resultaten sluiten aan bij hetgeen wordt gevonden in de internationale wetenschappelijke literatuur.

Bijkomende analyses op het niveau van de betrokken weggebruikers tonen aan dat snelheidscamera's een gunstig effect hebben op het aantal gewonde slachtoffers voor elk van de onderzochte types (automobilist, bromfietser, fietser, motorrijder of voetganger).

De effectevaluatie van de **roodlichtcamera's** (RLC) toont een stijging van 5 tot 9% in het totale aantal letselongevallen. Een analyse van het effect van RLC op de zwaarste verkeersongevallen, die met zwaargewonden of doden, toont niettemin een significante daling van 14 tot 18%. Men kan hieruit besluiten dat de roodlichtcamera's een gunstig effect hebben op de ernstige verkeersongevallen, maar dat de minder ernstige ongevallen eerder in aantal lijken toe te nemen. Ook deze resultaten liggen in lijn met eerdere bevindingen uit internationaal wetenschappelijk onderzoek.

De gevonden stijging van het aantal letselongevallen bij roodlichtcamera's kan vooral worden toegeschreven aan het gestegen aantal kop-staartaanrijdingen (+44%). Het aantal zijdelingse aanrijdingen daalt (-6%). Aangezien zijdelingse aanrijdingen doorgaans ernstiger zijn dan kop-staartaanrijdingen, verklaart dit waarom het resulterende effect voor de ongevallen met zwaargewonden of doden nog gunstig is. Opmerkelijk is verder dat het effect buiten de bebouwde kom (-6%) veel gunstiger is dan het effect binnen de bebouwde kom (+27% van het aantal ongevallen).

Een analyse van de kenmerken van de locaties waar RLC geplaatst zijn, toonde een significant verschil naargelang de RLC binnen of buiten de bebouwde kom gelegen is. Op kruispunten binnen de bebouwde kom wordt een significante stijging van 27% in het totale aantal letselongevallen vastgesteld, terwijl op kruispunten buiten de bebouwde kom een net niet significante daling van 6% wordt waargenomen. Een onderscheid naar type aanrijding toont een daling van 18% in het aantal flankaanrijdingen voor locaties buiten de bebouwde kom, terwijl een niet-significante stijging (14%) van het aantal flankaanrijdingen werd vastgesteld op locaties binnen de bebouwde kom. Voor de kop-staartaanrijdingen werd een hogere stijging gevonden aan RLC binnen de bebouwde kom (70%) vergeleken met buiten de bebouwde kom (33%).

Op kruispunten waar de plaatsing van roodlichtcamera's gepaard ging met andere ingrepen (zoals een verlaging van de toegelaten snelheid, een nieuw wegdek of voorzieningen voor fietsers of voetgangers) wordt een significante daling (-24 tot -28%) van het aantal ongevallen gevonden.

Indien het onderscheid wordt gemaakt naargelang het type weggebruiker, blijkt dat roodlichtcamera's zorgen voor een duidelijke daling (-22%) van het aantal gewonde fietsers. Voor de overige weggebruikers (automobilisten, bromfietzers, motorrijders of voetgangers) werd geen duidelijke verandering van het aantal gewonden gevonden.

Op grond van de resultaten van dit onderzoek doen de auteurs enkele aanbevelingen. Deze aanbevelingen hebben betrekking op het verbeteren van de ongevallenregistratie, het optimaliseren van onbemande verkeershandhaving en elementen voor verder onderzoek. Ten eerste is het wenselijk dat de ongevallendata in een bruikbare (gelocaliseerde) vorm sneller beschikbaar zouden zijn. Om het verhoogd aantal kop-staartaanrijdingen bij roodlichtcamera's aan te pakken, is het belangrijk dat weggebruikers die een kruispunt naderen tijdig geïnformeerd worden over de aanwezigheid van de onbemande camera's zodat schrikreacties en abrupt remmen bij het zien van de roodlichtcamera's vermeden worden. Dit zou kunnen gebeuren door middel van een specifiek aankondigingsbord. Daarnaast kunnen campagnes zinvol zijn om weggebruikers te informeren over het gewenste gedrag, bijvoorbeeld bij het zien van een oranje verkeerslicht of in verband met afstand houden. Tenslotte bevelen we ook aan om enkele aspecten te onderzoeken die een beter inzicht mogelijk maken in de omstandigheden van en de oorzaken voor de kop-staartaanrijdingen die een specifiek probleem blijken te vormen.

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond en aanleiding

Sinds een tiental jaren worden in Vlaanderen heel wat onbemande snelheidcamera's (SNC) geplaatst om de verkeersveiligheid te verhogen. Overdreven snelheden, zijnde snelheden hoger dan de toegelaten snelheid, worden gecontroleerd. Naast snelheidscamera's zijn op heel wat kruispunten ook roodlichtcamera's (RLC) geplaatst, die zowel overdreven snelheid als roodlichtnegatie trachten aan te pakken.

Eén van de basisrisicofactoren in het verkeer is snelheid (SWOV, 2005). Een concrete relatie tussen snelheid en ongevallen is moeilijk te leggen, aangezien deze afhankelijk is van verschillende factoren (Aarts, 2004; Elvik, Christensen & Amundsen, 2004). Maar uit heel wat onderzoeken blijkt dat hoe hoger de snelheid, hoe hoger de kans op een ongeval én hoe groter de kans op een ernstig letsel. Enerzijds is bij een hogere snelheid de kans om een ongeval te voorkomen geringer. Immers bij het rijden aan hogere snelheid heeft men minder tijd om informatie te verwerken en hierop te reageren, en is ook de remweg langer. Anderzijds zorgt een hogere snelheid voor meer energie en dus voor hogere kans op ernstig letsel (European Road Safety Observatory, z.d.; SWOV, 2009).

Echter heel wat bestuurders zijn zich niet bewust van deze risico's en velen houden zich dan ook niet aan de opgelegde snelheidslimieten. Sneller op bestemming zijn, maar ook het plezier van het sneller rijden leidt bestuurders tot het overtreden van de snelheidslimieten. Zoals Mountain, Hirst en Maher (2005) aangeven, is overdreven snelheid een sociaal aanvaard fenomeen. Veel automobilisten rijden te snel, maar geraken in beperkte mate betrokken in ongevallen. Snelle wagens worden toegelaten en vormen zelfs een statussymbool.

Jaarlijkse snelheidsmetingen door het BIVV duiden telkens weer het hoog aantal snelheidsovertredingen aan. Uit cijfers van 2007 blijkt dat voor de 30km/u zones, slechts 4% van de voertuigen zich bij een vlotte verkeersdoorstroming houden aan de snelheidslimiet, en slechts 14% onder de 40km/u blijven (BIVV, 2009). Op de 50 en 70km/u wegen in Vlaanderen beging 60 tot 70% van de voertuigen een overtreding, op de 90km/u wegen was dit gemiddeld 25%. Binnen deze snelheidsovertredingen kan nog een onderscheid gemaakt worden naar lichte (1 tot 10 km/u boven wettelijke maximumsnelheid) en zware snelheidsovertredingen (meer dan 10km/u boven de limiet) (zie Tabel 1.1).

Tabel 1.1 % snelheidsovertreders naar snelheidslimiet in Vlaanderen in 2007 (BIVV, 2009)

	Lichte snelheidsovertreding (%)	Zware snelheidsovertreding (%)
Zone 30	18	76
50 km/u wegen	42	26
70 km/u wegen	35	28
90 km/u wegen	16	10

Naast het controleren van overdreven snelheid, controleren roodlichtcamera's ook roodlichtnegatie. Dit is een belangrijke overtreding die niet alleen leidt tot een hoger aantal ongevallen, maar vooral tot een hoger aantal ongevallen met ernstige impact. Een vaak voorkomend gevolg van roodlichtnegatie zijn flankaanrijdingen, welke ernstiger zijn dan andere ongevallen op kruispunten, zoals kop-staart aanrijdingen.

Door middel van het plaatsen van onbemande camera's tracht de overheid deze overtredingen en dus bijgevolg het aantal ongevallen in te perken. Zo werden sinds 2002 meer dan 400 roodlichtcamera's geplaatst en meer dan 250 snelheidscamera's. Evenwel stuit dit plaatsen van palen vaak op heel wat kritische opmerkingen. Een grondige evaluatie dient zich dan ook aan.

De Vlaamse minister van Mobiliteit en Openbare Werken Hilde Crevits, stelde het Steunpunt Verkeersveiligheid de vraag tot het uitvoeren van een wetenschappelijk onderbouwde studie, dat het effect van onbemande camera's op de verkeersveiligheid zou meten. Dit effect op de verkeersveiligheid wordt in voorliggend rapport gemeten, door het analyseren van het effect op het

aantal en de ernst van de ongevallen die door het plaatsen van een onbemande camera werden vermeden.

1.2 Totstandkoming van dit onderzoeksrapport

Op de vergadering van de task force handhaving d.d. 9/09/2010 werd gevraagd een analyse te maken van de effectiviteit van de flitspalen langs de Vlaamse gewestwegen. Om deze analyse uit te kunnen voeren, werden op voorhand verschillende gegevens verzameld:

- Geografische lokalisatie van de flitspalen door de afdeling EMT (Elektromechanica en Telematica)
- Data aangaande tijdstip van plaatsing (behuizing) en inwerkingtreding (plaatsen van een flits- of roodlichtcamera) van de flitspaal door EMT
- Aangezien op het moment van de vergadering slechts gelokaliseerde ongevallencijfers beschikbaar waren tot en met 2007, werd afgesproken om de lokale politiezones en de federale politie met flitspalen in hun regio te contacteren. Hierbij werden drie elementen bevroegd:
 - o Ongevallencijfers in een straal van 50 meter rond flitspalen op een kruispunt en op een lengte van 500 meter voor en na een flitspaal op een wegvak
 - o Gebruiks- en handhavingscijfers van de verschillende flitspalen
 - o Subjectief aanvoelen van het nut van de flitspaal door de lokale en federale politiediensten
- Om een grondige analyse mogelijk te maken, en het effect van andere beïnvloedende factoren uit te sluiten, is nood aan een goede vergelijkingsgroep (zie hoofdstuk 3). Daartoe werden de locaties gebruikt waarvoor een aanvraag tot plaatsing van flitspaal is ingediend.
 - o Deze locaties werden eveneens gelokaliseerd door de afdeling EMT
 - o Op dezelfde manier dan voor de reeds geplaatste flitspalen werden ongevalgegevens opgevraagd bij de bevoegde politiezones
- Daarnaast is het ook noodzakelijk zicht te hebben op eventuele werken die uitgevoerd zijn op de onderzoeks- en vergelijkingslocaties. Daartoe werden de districten bevroegd om voor zowel de locaties met flitspalen als de locaties waar een paal voor in aanvraag is, aan te geven of er sinds 2000 werken werden uitgevoerd.

1.3 Verklaring termen

Aangezien er vaak verschillende benamingen worden gehanteerd om flitspalen te benoemen, wordt hier duidelijk weergegeven wat met elk van de termen concreet wordt bedoeld in voorliggend rapport.

- Flitspaal: dit betreft de behuizing waar een roodlicht of snelheidscamera kan in geplaatst worden. De flitspaal bestaat uit een paal en 'kast'.
- Camera: Dit betreft het deel van de flitspaal dat de registraties van overdreven snelheid en/ of roodlichtnegatie vastlegt. Hier kan een onderscheid gemaakt worden tussen een roodlichtcamera en een snelheidscamera:
 - o snelheidscamera: registreert voertuigen die sneller rijden dan toegelaten snelheidslimiet en wordt geplaatst op een wegvak
 - o roodlichtcamera: registreert zowel overdreven snelheid als roodlichtnegatie en wordt bijgevolg geplaatst op kruispunten met verkeerslichten

Om een duidelijk onderscheid te maken tussen beide types camera's, worden in het rapport de benaming snelheidscamera gehanteerd voor flitspalen op wegvakken, en roodlichtcamera voor flitspalen op kruispunten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit niet noodzakelijk betekent dat in de flitspalen ook effectief een camera geplaatst is. Dit zal in de meeste gevallen wel zo zijn, maar is niet altijd het geval.

- Site: De term site wordt hier gebruikt voor een plaats waar één of meerdere flitspalen staan. Dit is meestal een kruispunt, waar tot vier of meer flitspalen kunnen staan. In de analyses wordt dan ook gebruik gemaakt van deze site als één onderzoeksplaats, en wordt niet elke flitspaal apart geanalyseerd, aangezien dit zou leiden tot gelijkaardige resultaten tussen de flitspalen op eenzelfde kruispunt.

Bij wegvakken worden de flitspalen niet als sites beschouwd, aangezien deze zich vaak op kilometerpunten bevinden die tot enkele honderden meters kunnen verschillen. Hier is een aparte analyse noodzakelijk, aangezien een verschillende afstand voor de selectie van de ongevallen zal worden gehanteerd. Enkel in de gevallen dat de flitspalen op eenzelfde kilometerpunt geplaatst zijn, worden deze beschouwd als eenzelfde site.

1.4 Structuur van het onderzoeksrapport

Hoofdstuk 2 gaat dieper in op de werking van snelheids- en roodlichtcamera's en beschrijft hoe de plaatsing van flitspalen in Vlaanderen dient aangevraagd te worden. Daarnaast wordt een samenvatting gegeven van wat effectiviteitsstudies van snelheid- en roodlichtcamera's in het buitenland vonden. Hoofdstuk 3 schetst de methodiek die gehanteerd wordt om de analyses uit te voeren, namelijk voor- en nastudies. Hier wordt dieper ingegaan op mogelijke vertekenende factoren bij voor- en nastudies, hoe deze factoren kunnen gecontroleerd worden. Daarnaast wordt de gehanteerde methodiek, de empirical Bayes methode, gedetailleerd beschreven. Hoofdstuk 4 geeft aan hoe de onderzoeks- en vergelijkingsgroepen werden geselecteerd en geeft een beschrijving van beide groepen. De resultaten van alle analyses worden uitgebreid besproken in hoofdstuk 5. Een samenvattende beschrijving en mogelijke beperkingen van deze analyses worden besproken in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 tenslotte geeft de conclusies en de aanbevelingen weer.

2 snelheids- en roodlichtcamera's in Vlaanderen en het buitenland

De ultieme doelstelling van het plaatsen van snelheids- en roodlichtcamera's is een positief effect teweegbrengen op de verkeersveiligheid. Daarom wordt in dit hoofdstuk het verband tussen snelheid en roodlichtnegatie met ongevallen nader beschreven. Om een beter zicht te krijgen op de situatie in Vlaanderen, wordt een overzicht geschetst van het aantal snelheids- en roodlichtcamera's in Vlaanderen met de jaartallen van plaatsing. Hierbij wordt eveneens een beschrijving gegeven van de procedure van een flitspaal, gaande van de aanvraag bij de overheid, tot de plaatsing, over het meten van een overtreding en het vastleggen hiervan, tot het uitschrijven van een proces verbaal. Daarnaast geeft dit hoofdstuk een overzicht van de belangrijkste effectiviteitsstudies van snelheids- en roodlichtcamera's, uitgevoerd in het buitenland.

2.1 Snelheidscamera

2.1.1 Relatie tussen snelheid en ongevallen

Overdreven snelheid is in Vlaanderen één van de drie belangrijkste oorzaken van verkeersongevallen. Hogere snelheden doen zowel de kans om betrokken te raken in een ongeval als de ernst van het ongeval stijgen (Mountain e.a., 2005). Deze relatie wordt verklaard door verschillende factoren. Een belangrijke factor is dat bestuurders minder tijd hebben om informatie op te nemen en te reageren, waardoor de kans om een ongeval te vermijden kleiner wordt. Tegelijkertijd is de afstand die wordt afgelegd tot de wagen stilstaat sterk verlengd. Naast de hogere kans om betrokken te raken, stijgt ook de kans om ernstig gewond te raken wegens de hogere mate van energie op het moment van de aanrijding (European Road Safety Observatory, z.d.; SWOV, 2009)

De relatie tussen snelheid en ongevallen is niet eenvoudig te leggen. Elvik en Nilsson beschrijven de relatie als een machtsverhouding (Elvik e.a., 2004; Nilsson, 2004). Om dit te berekenen vergelijken ze de verhouding van de toegelaten snelheid met de werkelijk gereden snelheid, wat wordt vermenigvuldigd met een macht. Deze macht verschilt naargelang de ernst van het ongeval. Nilsson (2004) hanteert een macht van 4 voor ongevallen met doden, 3 voor ongevallen met zwaar gewonden en doden en 2 voor alle letselongevallen. Elvik (2004) hanteert een factor van 3,6 voor dodelijke ongevallen, voor ongevallen met zwaar gewonden hanteert hij 2,4 en voor alle letselongevallen 2. In onderstaande tabel worden deze factoren toegepast voor de wegen met een snelheidslimiet van 30, 50, 70 en 90 km/u. Hierbij wordt bekeken in welke mate het aantal ongevallen in Vlaanderen zouden dalen, indien bestuurders zich aan de snelheidslimiet hielden. Daartoe wordt bekeken wat de percentiel 85 (V85) is, welke de snelheid betreft waar 85% van de bestuurders zich aan houdt, of anders geformuleerd de snelheid die door 15% van de bestuurders overtreden wordt. De V85 is hier een betere indicator dan gemiddelde snelheid, aangezien gemiddelde snelheid geen inzicht biedt over de snelheid van de snelste bestuurders, terwijl juist deze bestuurders de doelgroep zijn van flitspalen. De V85 op de Vlaamse wegen bedroeg in 2010 56km/u op 30km/u wegen, 63 km/u op 50km/u wegen, 82 km/u op 70km/u wegen en 97 km/u op 90 km/u wegen (Riguelle, 2012).

Tabel 2.1 % wijziging in het aantal ongevallen indien de V85 rond de toegelaten snelheid zou liggen

	Nilsson				Elvik			
	30	50	70	90	30	50	70	90
Wegen met een limiet van (in km/u)								
Dodelijke ongevallen	-92	-60	-47	-26	-89	-56	-43	-24
Ongevallen met doden en zwaargewonden	-85	-50	-38	-20				
Ongevallen met zwaar gewonden					-78	-43	-32	-16
Letselongevallen	-71	-37	-27	-14	-71	-37	-27	-14

Tabel 2.1 toont duidelijk dat het aantal ongevallen sterk zou dalen indien de V85 rond de toegelaten snelheid zou liggen. Zo zou het aantal dodelijke ongevallen kunnen dalen tot 92%. Het aantal ongevallen met doden en zwaar gewonden zou dalen met 20 tot 85% en het aantal ongevallen met enkel zwaar gewonden zou kunnen dalen tot 78%. Het totale aantal letselongevallen, dat alle ongevallen met gewonden omvat zou dalen van 14 tot 71%.

Overdreven snelheid wordt aangepakt door een reeks van maatregelen, waarbij handhaving één van de drie kerndomeinen betreft. Daarnaast wordt ook gericht op educatie, waarvan de nationale informatiecampagnes een belangrijk element vormen. Ten derde worden heel wat maatregelen op de weg en in de wagen genomen. Initiatieven op de weg zijn bijvoorbeeld het plaatsen van verkeersdrempels, rijstrookversmallingen, signalisatieborden. In de wagen is er dan bijvoorbeeld de GPS die waarschuwt bij het overschrijden van de snelheidslimiet en de intelligente snelheidsbegrenzer.

2.1.2 Werking snelheidscamera

Het vaststellen van een snelheidsovertreding kan gebeuren op twee manieren:

- De camera's die werken op basis van het dopplereffect (radar). De camera's zenden een straling uit. Een voertuig dat zich in de straling beweegt, weerkaatst de radargolf en wijzigt de frequentie van deze straling. De grootte van deze frequentiewijziging is afhankelijk van de snelheid van het voorwerp. Op die manier wordt de snelheid van het voertuig berekend.
- De camera's die werken door middel van lussen. Bij deze camera's liggen er twee lussen op de weg. De lussenafstand van deze lussen is bekend in de software van de flitspaal. Wanneer een auto de eerste lus passeert gaat er een teller lopen welke stopt wanneer de auto de tweede lus passeert. Door het in rekening nemen van de tijd en van de afgelegde afstand, wordt de snelheid berekend ($\text{snelheid} = \text{afgelegde afstand} / \text{tijdsduur}$).

Wat betreft de snelheidscamera's kunnen beide systemen gehanteerd worden. Het Agentschap Wegen en Verkeer verzorgt de installatie en het onderhoud van de infrastructuur, (de flitspalen, camera's en eventuele lussen). Het gebruik van de camera's en de verwerking van overtredingen is een bevoegdheid van de politie. Een installatie wordt overgedragen aan de politie nadat de bevoegde instantie een homologatieattest heeft afgeleverd. Na de overdracht blijft AWV instaan voor het onderhoud van de palen en camera's (Agentschap Wegen en Verkeer, 2010)

2.1.3 Snelheidscamera's in Vlaanderen

In Vlaanderen zijn in totaal 256 flitspalen geplaatst. Dit betreffen de flitspalen geplaatst op gewestwegen. Daarnaast is het ook mogelijk dat gemeenten op hun eigen wegennet flitspalen hebben geïnstalleerd, maar hier is geen zicht op. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de jaartallen dat de SNC werden geplaatst en in gebruik genomen. Flitspalen geplaatst tot begin 2011 zijn hierin opgenomen. Hierbij is duidelijk te zien dat er een discrepantie is tussen jaartal van plaatsing van de paal en jaartal van ingebruikname. Dit is te wijten aan het feit dat alle radars geplaatst voor 2004, slechts korte tijd in gebruik zijn geweest, en dit tot het voorjaar van 2004. Deze eerste geplaatste SNC werden vrij snel terug buiten dienst gesteld door de Metrologische dienst van de FOD Economie, om pas sinds 2006 terug in gebruik genomen te worden.

Tabel 2.2 Overzicht van het aantal SNC dat per jaar werd geplaatst en in gebruik genomen

Jaartal plaatsing paal	Jaartal ingebruikname										Totaal	
	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Niet gekend		
2001	2											2
2002	3	3	1	3	1	1	1				2	15
2003		8		24	8	14	2	1			3	60
2004			17	1	4	3						25
2005				2								2
2006				4	10	5						19
2007					24	23	1					48
2008						19	4					23
2009							19	4	1	1		25
2010								28				28
Niet gekend						2					7	9
Totaal	5	11	18	34	47	67	27	33	1	13		256

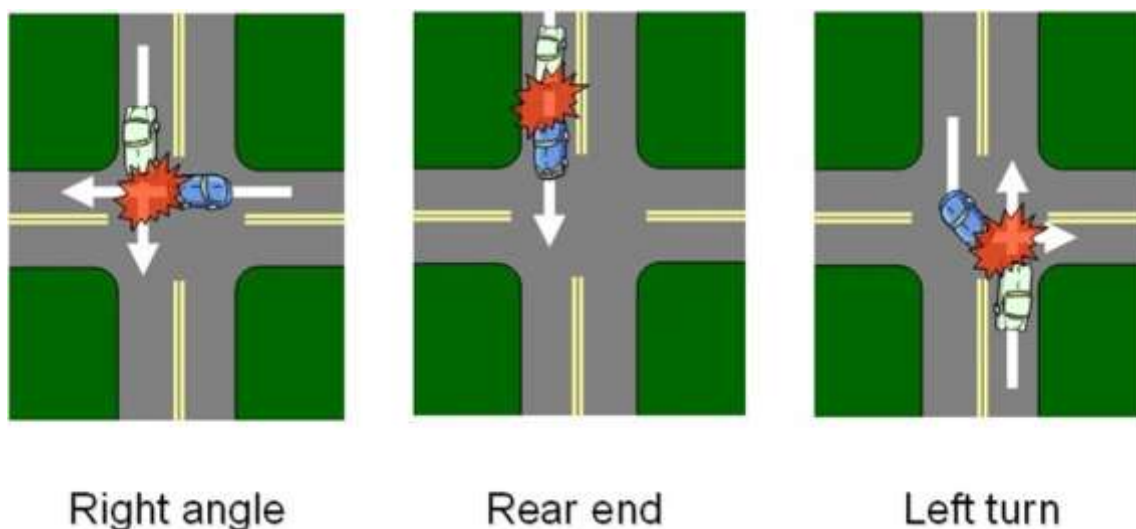
2.2 Roodlichtcamera's

2.2.1 Relatie tussen roodlichtnegatie en ongevallen

Roodlichtnegatie heeft eveneens een belangrijke invloed op de verkeersveiligheid, aangezien dit vooral leidt tot meer ernstige ongevallen, zijnde flankaanrijdingen. Flankaanrijdingen kunnen op twee manieren ontstaan:

- Voertuigen komen elk van een andere weg, waarbij één van beide een rood licht negeert (zie linkse tekening op Figuur 2.1: 'right angle')
- Voertuigen komen uit tegenovergestelde richting, waarbij één van de voertuigen linksaf slaat (zie derde tekening op Figuur 2.1: 'left turn')

Ook kop-staart aanrijdingen komen regelmatig voor op kruispunten met verkeerslichten (zie tweede tekening op Figuur 2.1('rear end')). Dit is vaak het gevolg van het brusk remmen van de eerste bestuurder, waardoor de tweede bestuurder niet op tijd kan stoppen (Shin & Washington, 2007).



Figuur 2.1: 3 types ongevallen op kruispunten (Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, z.d.)

Naast het hanteren van RLC, zijn andere mogelijke maatregelen voor roodlichtnegatie het veranderen van de tijdsfasen van de signalisatie van het verkeerslicht, waarschuwingsborden bij het naderen van het kruispunt, en detectiesystemen die automatisch groene fasen kunnen regelen (Elvik, Høye, Vaa, & Sørensen, 2009)

2.2.2 Werking roodlichtcamera

In Vlaanderen registreert de RLC de overdreven snelheid én het roodrijden van de voertuigen. Ze worden geplaatst ter hoogte van door verkeerslichten geregelde kruispunten. De roodlichtcamera's werken enkel en alleen via het lussensysteem. De lussen bevinden zich meestal ter hoogte van de stopstreep. Het meten van de snelheid gebeurt zoals beschreven bij de snelheidscamera's. Voor het roodrijden wordt het ogenblik dat het voertuig over de lus rijdt vergeleken met de signaalstand van het verkeerslicht (Mobiliteit en Openbare Werken, z.d.).

2.2.3 Overzicht RLC in Vlaanderen

In totaal zijn er ongeveer 416 kruispunten met flitspalen (Agentschap Wegen en Verkeer, 2010). Ook hier gaat het weer om RLC op gewestwegen. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de jaartallen waarin de RLC geplaatst en in gebruik genomen zijn. Ook hier zijn flitspalen geplaatst tot begin 2011 opgenomen. Hieruit blijkt duidelijk dat de meeste flitspalen zijn geplaatst gedurende de jaren 2002-2004.

Tabel 2.3 Overzicht van het aantal RLC dat per jaar werd geplaatst en in gebruik genomen

		Jaartal ingebruikname												
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Niet gekend	Totaal
Jaartal plaatsing paal	2001	1	3											4
	2002		89	12										101
	2003			121	5									126
	2004				48									48
	2005					10	8							18
	2006						23	5						28
	2007							25	2					27
	2008								20	5				25
	2009									23	3			26
	2010										8			8
	2011											1		1
	Niet gekend				1	1								2
Totaal		1	92	134	54	10	31	30	22	28	11	1	2	416

2.3 Procedure tot plaatsen van een camera en uiteindelijke gebruik in Vlaanderen

2.3.1 Reguliere procedure Vlaanderen

In Vlaanderen is een procedure uitgewerkt omtrent het plaatsen van een snelheidscamera of roodlichtcamera. Sinds 2011 is deze procedure licht gewijzigd. Hieronder volgt een beknopte omschrijving van deze procedure. Een gedetailleerde uitschrijving is te vinden op de website van Agentschap Wegen en Verkeer, onder 'docs- dienstorders'.

2.3.1.1 Aanvraag

De aanvraag tot het plaatsen van een flitspaal kan komen van een lokale overheid, de lokale politie, wegpolie en het Agentschap Wegen en Verkeer, welke wordt ingediend bij de betrokken territoriale wegenafdeling. De aanvraag wordt besproken op de PCV (Provinciale Commissie Verkeersveiligheid) bijeenkomst, waar deze door alle aanwezige partijen behandeld en geëvalueerd wordt. Uiteindelijk wordt er beslist of de aanvraag al of niet weerhouden wordt. De afspraken en beslissingen worden opgenomen in een PCV-verslag, waarna de afdeling Expertise, Verkeer en Telematica (EVT) van het AWV alle gegevens in verband met de aanvragen in een centrale databank invoert. Elke SNC-paal en RLC-kruispunt krijgen een uniek volgnummer. In de databank worden ook de ongevallencijfers, de PCV-beslissing en de berekende prioriteitsscore opgenomen.

De prioriteitenlijst wordt opgesteld op basis van de hiernavolgende criteria.

Prioritisering roodlichtcamera's

Berekening van prioriteitswaarde op basis van:

- (aantal ongevallen met fietsers x 1,5) + (aantal haakse ongevallen x 1) + (aantal kopstaart x ½) over een periode van 5 jaar (ter hoogte van kruispunten met lichten en buffer van 50 m rond kruispunt); het resultaat hiervan wordt SOM genoemd (max. score per ongeval = 1,5).
- prioriteit wordt gegeven aan de kruispunten waar de SOM $\geq 2,5$ en deze waar de SOM $< 2,5$, maar waar het betrokken kruispunt voorkomt in de lijst van historische gevaarlijke punten.

Prioritisering snelheidscamera's op gewestwegen

Berekening van prioriteitswaarde op basis van:

- de gewogen ernst per km op basis van aantal ongevallen met dodelijke afloop x 5 + aantal ongevallen met zwaar gewonden x 3 + aantal ongevallen met lichtgewonden voor 5 jaar. Dit voor de zone van 500 m vóór en na het hectometerpunt;
- het aantal ongevallen binnen dit deeltraject van 1 km;
- het aantal historische gevaarlijke punten binnen het deeltraject.'

(persoonlijk contact EVT, 16/03/2011).

2.3.1.2 Plaatsing

Na goedkeuring maakt de afdeling EMT een voorstel van budget op, dat dient goedgekeurd te worden door de bevoegde minister. Vervolgens maken de afdelingen EVT en EMT aan de hand van het goedgekeurd budget en de geüpdate overzichtslijst met aanvragen een ontwerp van fysisch programma handhaving op met de geselecteerde locaties, in volgorde van prioriteit. EVT zorgt voor de input van deze bijkomende informatie in de centrale databank.

Wat betreft de uitvoering stemt de afdeling EMT met de betrokken territoriale wegenafdeling af over de planning van de uitvoering. Deze afstemming kan plaatsvinden op het structureel 4-maandelijks overleg tussen EMT en de respectievelijke territoriale wegenafdelingen. De resultaten van deze afspraken resulteren in een gevalideerde planning voor uitvoering. Vervolgens voert EMT de gevalideerde locaties uit (Agentschap Wegen en Verkeer, 2011).

2.3.1.3 Verbalisering

Roodlicht- en snelheidscamera's leggen overtredingen steeds vast met twee foto's. Daarbij wordt ook andere informatie geregistreerd zoals dag, tijdstip en controleplaats. Deze informatie is noodzakelijk voor de latere bewijsvoering en voor de opmaak van het proces-verbaal (Agentschap Wegen en Verkeer, 2010).

Sinds 2008 worden nieuwe installaties uitgerust met digitale roodlicht- en snelheidscamera's. De voordelen van digitale camera's is dat de opnamekwaliteit van deze camera's een stuk hoger ligt dan die van een analoog toestel. Tevens maken deze camera's digitale opnames en werken zonder de analoge filmrollen die steeds handmatig moeten geplaatst en vervangen worden (Agentschap Wegen en Verkeer, 2010).

De politie stelt de snelheid in waarop de camera overtredingen begint te registreren. De politie zorgt

ook voor het plaatsen van de filmcassette, het uitlezen van de nummerplaten en natuurlijk ook voor het opstellen en administratief afhandelen van het proces-verbaal. Afhankelijk van de ernst van de inbreuk maakt het parket een voorstel tot minnelijke schikking op of dagvaardt de overtreder voor de politierechtbank.

2.3.2 Criteria volgens bevraagde politiezones

Om een zicht te krijgen op de criteria die door de indieners werden gehanteerd om de plaatsing van een flitspaal aan te vragen, werd door het gewest in oktober 2010 een bevraging doorgestuurd naar lokale overheden en de korpschefs van de lokale politiezones. Hiermee werd onder meer bevraagd welke criteria/ overwegingen gehanteerd/ voorgestaan werden, om te stellen dat een site prioritair is om met een onbemande camera uit te rusten. Naast de door de Vlaamse Overheid gehanteerde "ongevalcijfers" diende men dit in maximum vijf criteria weer te geven.

Een 40-tal gemeenten en iets meer politiezones vulden deze vraag in. Onderstaande tabellen geven een samenvatting van de meest voorkomende criteria, onderverdeeld voor de RLC en SNC. Dit geeft een indicatie van de criteria die over het algemeen gevolgd worden in Vlaanderen. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de belangrijkste redenen die door de gemeenten en politiezones werden aangegeven als reden tot het plaatsen van een RLC. Hieruit is te zien dat de belangrijkste reden het beperken van de gereden snelheid is. Op de tweede plaats komt het feit dat dit kruispunt gelegen is nabij een gevaarlijk punt. Hierbij wordt door de gemeenten en politiezones vaak de aanwezigheid van scholen aangegeven, of de aanwezigheid van een hoog aantal zwakke weggebruikers. Een derde reden is het aantal ongevallen dat plaatsvond op het kruispunt. Op de vierde plaats komen het aantal roodlichtnegaties. Dit gevolgd door een hoge verkeersintensiteit en/of densiteit. Vervolgens wordt ook aangegeven dat een flitspaal vaak aangevraagd wordt op vraag van de burger of lokaal bestuur of politiezone. Hierbij werd niet nader beschreven wat dan de reden van deze vraag was. Een laatste reden is het aantal overtredingen, maar hier werd niet aangegeven of het om snelheidsovertredingen of roodlichtnegatie ging.

Tabel 2.4 Overzicht criteria tot plaatsen van een RLC volgens gemeenten en politiezones (bron: bevraging door AWW)

CRITERIA	VOLGENS GEMEENTEN	VOLGENS POLITIE	SOM
Beperken van snelheid	7	17	24
Gevaarlijk punt: nabij school, hoog aantal zwakke weggebruikers, complex kruispunt	9	10	19
Ongevallen	10	8	18
Roodlichtnegatie	4	12	16
Verkeersintensiteit, Verkeersdensiteit	5	6	11
Op vraag van burgers (subjectief onveiligheidsgevoel) of op voorstel van een lokaal bestuur of het politiecollege	8	6	14
Overtredingen (niet nader gedefinieerd of het om snelheidsovertreding of roodlichtnegatie gaat)	3	3	6

Tabel 2.5 geeft een overzicht van de redenen tot het plaatsen van een SNC. Als duidelijke belangrijkste reden wordt het beperken van de snelheid weergegeven. Als volgende punten worden het aantal ongevallen aangehaald en het feit dat het een druk punt is, nabij een school of een hoog aantal weggebruikers, of dat het een gevaarlijke bocht of zwart wegvak betreft. Ook hier wordt de vraag van de burger aangehaald en het voorstel van het bestuur of de politie. Als vijfde belangrijke argument kon de zware verkeersintensiteit en –densiteit vermeld worden. Een laatste element is het

feit dat structurele aanpassingen om de veiligheid te verbeteren niet mogelijk zijn of dat het plaatsen van een bemande camera niet mogelijk is.

Tabel 2.5 Overzicht criteria tot plaatsen van een SNC volgens gemeenten en politiezones (bron: bevraging door AWW)

CRITERIA	VOLGENS GEMEENTEN	VOLGENS POLITIE	SOM
Beperken van snelheid	18	23	41
Ongevallen	8	11	19
Gevaarlijk punt			17
- nabij school, hoog aantal zwakke weggebruikers, speelplein	7	7	
- gevaarlijke bocht, zwarte wegvakken, begin bebouwde kom op drukke wegen	3		
Op vraag van burgers (subjectieve onveiligheidsgevoel) op voorstel van een lokaal bestuur of het politiecollege	9	3	12
Zware verkeersintensiteit of dichtheid	5	3	8
Structurele aanpassingen niet mogelijk (of niet voorzien)/ plaatsen van bemande camera niet mogelijk	1	1	4

2.4 Effectevaluatie in het buitenland

Heel wat studies onderzochten reeds de effectiviteit van snelheids- en roodlichtcamera's. Daarom is het interessant hier een weergave te bieden van eerdere bevindingen. In wetenschappelijke tijdschriften zijn naast individuele studies ook heel wat reviews te vinden die verschillende studies samen analyseren. Deze resultaten zijn evenwel sterk afhankelijk van de gebruikte onderzoeksmethode. Heel wat studies controleerden niet voor vertekende factoren, zoals trendeffecten en regressie naar het gemiddelde (zie 3.2 voor meer uitleg). Daarom worden in deze literatuurstudie enkel studies opgenomen die zowel voor regressie naar het gemiddelde (RTM) als voor trendeffecten controleren. Ook worden enkel studies opgenomen die zich richten op onbemande camera's, aangezien er ook heel wat onderzoeken zich richten op mobiele camera's. Tenslotte is er enkel gericht op resultaten die verschenen in wetenschappelijke artikels.

2.4.1 Effectiviteit snelheidscamera's

Elvik, Høyve, Vaa, & Sørensen (2009) voerden een meta-analyse uit omtrent de effectiviteit van de snelheidscamera's. Zij includeerden in hun meta-analyse enkel onderzoeken die een controlegroep hanteerden. Dit wijst niet noodzakelijk op het feit dat ze controleerden voor regressie naar het gemiddelde, maar het is wel de beste review die te vinden is omtrent snelheidscamera's. Gemiddeld vonden zij een significante daling van 16% in het aantal ongevallen, waarvan de meeste studies enkel letselongevallen opnamen. Voor de dodelijke ongevallen werd een daling van gemiddeld 39% gevonden.

Eén van de studies die hierin was opgenomen, was de studie van Elvik (1997) in Noorwegen. Deze vond de beste resultaten voor wegen met een snelheidslimiet van 70 km/u (45% daling), gevolgd door 60 km/u (27% daling). De daling op 50km/u en 80 km/u wegen was voor beide 15%. Ook onderzocht Elvik of er een verschil in effectiviteit was naargelang het feit of voor het plaatsen van een camera de officiële aanbevelingen gevolgd zijn. Deze aanbevelingen waren tweeledig: enerzijds diende het aantal ongevallen hoger te zijn dan het normale aantal voor dat type van weg en anderzijds diende het aantal ongevallen binnen een bepaalde dichtheid te vallen, zijnde 0,5 ongevallen met gewonden per km per jaar. Een daling van 26% van ongevallen met gewonden werd gevonden op wegen die conform de regels waren omtrent aantal en dichtheid van ongevallen. Op wegen waar geen overeenkomst met beide aanbevelingen werd gevolgd, werd een niet-significante daling van 5% gevonden.

Mountain, Hirst, & Maher (2004) onderzochten 62 camera's in het Verenigd Koninkrijk, geplaatst op wegen met een snelheidsbeperking van 30mijl/u (48 km/u). Hier daalde de gemiddelde snelheid met 4,4 mijl/u (7km/u). Het aantal voertuigen dat de snelheidslimieten overtrad daalde met 35%. Mountain et al. (2004) analyseerden eveneens de effecten van de camera's op verschillende afstanden. Voor een afstand tot 250 meter voor en na de camera vonden zij een daling van 25% in het aantal letselongevallen. Op een afstand tussen 250 en 500 meter voor en na de camera werd een niet-significante daling van 15% in het aantal letselongevallen gevonden. Tussen 500 en 1000m betrof dit een niet-significante daling van 12%. Verder duidt het onderzoek aan dat er geen aanwijzing is dat het aantal ongevallen zou zijn gestegen ten gevolge van plots remmen en terug accelereren aan een camera. Wel stellen de auteurs dat het mogelijk is dat verkeer een andere weg gaat zoeken, waar dan een hoger aantal ongevallen kan ontstaan.

Naast het positieve effect van snelheidscamera's op de verkeersveiligheid, werden ook enkele negatieve effecten vastgesteld. Eén van die effecten is het zogenaamde 'kangoeroe-effect', waarbij bestuurders plots stoppen op de plaats van de camera en daarna terug accelereren (Thomas, Srinivasan, Decina, & Staplin, 2008). Dit zou kunnen leiden tot het ontstaan van ongevallen. Andere studies tonen daarentegen aan dat dit kangoeroe-effect beperkt is (Hess, 2004; Mountain et al., 2004). Ook kunnen bestuurders alternatieve wegen kiezen om de locaties met camera's te vermijden, wat kan leiden tot een stijging in het aantal ongevallen op nabij gelegen wegen (Thomas e.a., 2008).

2.4.2 Effectiviteit roodlichtcamera's

De effectiviteit van roodlichtcamera's blijkt minder uitgebreid onderzocht te zijn dan het effect van snelheidscamera's. De studies die zijn uitgevoerd richten zich tevens vooral op de gevolgen van de effecten op roodlichtnegatie. Het effect van snelheidsmeting op een kruispunt werd bijna niet onderzocht. Onderstaande resultaten hebben dan ook enkel betrekking op het effect van roodlichtnegatie.

Erke (2009) analyseerde een 21-tal studies, hoofdzakelijk uit de USA, die de effectiviteit van roodlichtcamera's onderzochten. Uit studies die controleerden voor regressie naar het gemiddelde, spillover effecten en een aantal andere vertekende factoren bleek dat letselongevallen gemiddeld stegen met 13% na het plaatsen van een roodlichtcamera. Bij het maken van een onderscheid naar type ongeval bleek het aantal kop-staart aanrijdingen gestegen te zijn met 43%, terwijl het aantal flankaanrijdingen daalde met 10%. Hierbij is enkel de stijging in het aantal kop-staart aanrijdingen significant en omvatten beide analyses alle ongevallen, ook degene met enkel blikshade.

Eén van de studies die hierin geïnccludeerd werden, was de studie van Shin en Washington (2007). Zij onderzochten de effectiviteit van 14 locaties met RLC in Scottsdale (Arizona) door middel van de Empirical Bayes methode. Zij vonden een niet-significante daling van 20% in het aantal flankaanrijdingen waarbij voertuigen van twee verschillende wegen kwamen (zie tekening 1, Figuur 4.1). Wat betreft de flankaanrijdingen bij het linksafslaan (zie tekening 3, Figuur 2.1) werd een significante daling van 45% gevonden. De kop-staart aanrijdingen stegen significant met 41%.

Persaud et al. (2005) voerden een studie uit met 132 locaties met roodlichtcamera's in de Verenigde Staten. Zij vonden een significante daling in haakse flankaanrijdingen (dwars verkeer) (16%), en een stijging in kop-staart aanrijdingen (24%). Ook onderzochten zij spillover effecten, waarbij een aparte analyse werd opgesteld voor kruispunten waar geen RLC aanwezig waren. De voor- en naperiode van deze plaatsen werden afgebakend door het jaar dat de eerste RLC werd geïnstalleerd op de onderzoekslocaties. Er bleek een beperkt spillover effect te zijn aangaande de haakse flankaanrijdingen, op de kruispunten in de buurt van kruispunten met een RLC. Echter werd geen stijging waargenomen in het aantal kop-staart aanrijdingen, waaruit de auteurs concludeerden dat het effect van RLC voornamelijk tot de plaats zelf beperkt blijft.

Tussen de verschillende studies zijn duidelijke sterke variaties wat betreft de veiligheidseffecten. Maar ook naargelang het type kruispunt zijn sterke verschillen waarneembaar. Meerdere factoren kunnen hierbij een rol spelen: de fasering van de lichten, het overtredingspercentage vóór het plaatsen van de camera, de aanduiding van camera's met borden, en de zichtbaarheid van de camera's (Erke, 2009). Een per saldo positief veiligheidseffect van roodlichtcamera's is met name te verwachten op kruisingen waar verhoudingsgewijs veel ernstige flankongevallen voorkomen (die met roodlichtnegatie samenhangen) en verhoudingsgewijs weinig ernstige kop-staartbotsingen (Shin & Washington, 2007). Volgens Washington en Shin (2005) werden de grootste dalingen van flankaanrijdingen gevonden op

kruispunten met lange fases van signalisatie, hoge verkeersintensiteit, en hoge snelheid. Wanneer RLC werden aangeduid met borden, is de reductie van flankaanrijdingen en stijging van kop-staart aanrijdingen groter.

Samengevat kan gezegd worden dat heel wat studies een daling vonden in het aantal flankaanrijdingen, nadat de camera werd geplaatst. Daarentegen wordt vaak een stijging in het aantal kop-staart aanrijdingen gevonden. Wat betreft het totale effect overheen alle letselongevallen is er geen eenduidigheid, sommige studies tonen een daling in het aantal letselongevallen, anderen tonen een stijging.

3 METHODIEK

In dit hoofdstuk wordt eerst een vergelijking gemaakt tussen proces- en effectevaluatie. Beide begrippen worden vaak verward, en een goed zicht op effectevaluatie, het doel binnen dit rapport, is belangrijk als achtergrond om dit rapport te begrijpen. Hierbij wordt dieper ingegaan op de manier waarop de effectevaluatie zal worden uitgevoerd, namelijk door middel van een voor- en nastudie. Mogelijke vertekenende factoren die daarbij kunnen optreden, en waarvoor gecontroleerd dient te worden, worden uitgebreid besproken. Vervolgens wordt dieper ingegaan op de specifieke voor-na methode die hier zal worden gehanteerd, namelijk de Empirical Bayes methode. Hierbij wordt een beschrijving van de methodiek en achterliggende formules weergegeven. Tenslotte wordt meer informatie gegeven omtrent de vergelijkingsgroepen die gehanteerd worden, om te controleren voor de eerder vermelde vertekenende factoren.

3.1 Procesevaluatie vs effectevaluatie

Om een duidelijk begrip te verwerven omtrent het doel van voorliggende studie, wordt in eerste instantie een onderscheid gemaakt tussen proces- en effectevaluatie. Een procesevaluatie wordt gehanteerd indien de implementatie van het gehele programma, gaande van planning tot aflevering, dient gemeten te worden. Mogelijke vragen die hierbij kunnen gesteld worden is: 'Is het programma uitgevoerd zoals het werd gepland?', 'Is de doelgroep bereikt?' (Bartholomew, Parcel, Kok, & Gottlieb, 2006). Door middel van dergelijke evaluatie kan onderzocht worden of het programma wordt uitgevoerd zoals gepland en hoe goed het programma werkt. Dit kan meerdere keren worden uitgevoerd. Procesevaluatie wordt gehanteerd met als doel de maatregel aan te passen terwijl het wordt ontwikkeld of om een bestaande maatregel aan te passen en te verbeteren indien het later opnieuw wordt geïmplementeerd (Frechtling, 2002).

Wanneer een maatregel geïmplementeerd is en de doelgroep bereikt, is er vaak interesse in het meten van de effectiviteit van deze maatregel. Effectevaluatie onderzoekt of de gewenste doelen bereikt zijn en of deze effecten te wijten zijn aan de uitgevoerde maatregel (Bartholomew e.a., 2006). Een belangrijke reden voor evaluatie is om te leren welke effecten zijn bereikt, en hoe toekomstige maatregelen meer effectief kunnen worden ingezet. Op basis van de resultaten van dergelijke evaluatie kan beslist worden het programma al of niet verder te zetten, en eventueel zelfs uit te breiden naar andere plaatsen (Frechtling, 2002). Effectevaluatie kan onderverdeeld worden in impact en outcome evaluatie. Impact evaluatie tracht de directe effecten van maatregelen te onderzoeken. In verkeersveiligheid is dit bijvoorbeeld een gedragsverandering of een verandering in kennis en attitudes omtrent overdreven snelheid. Outcome evaluatie omvat meer lange termijn doelen, zoals bijvoorbeeld het effect op het aantal ongevallen.

In deze studie zal gericht worden op effectevaluatie, waarbij het effect van het plaatsen van **snelheidscamera's** en **roodlichtcamera's** (in feite: gecombineerde snelheids- en roodlichtcamera's) op de verkeersveiligheid wordt onderzocht. Dit effect op de verkeersveiligheid zal worden onderzocht door na te gaan welk effect deze maatregelen hadden op het aantal ongevallen, waarbij het aantal ongevallen voor het plaatsen van de camera zal vergeleken worden met het aantal ongevallen na het plaatsen van een camera.

Hierbij wordt een onderscheid gemaakt naar de ernst van de ongevallen, waarbij enerzijds **alle letselongevallen** in rekening worden genomen en anderzijds gericht wordt op de meer **ernstige ongevallen**, waarbij zwaar gewonden en doden vielen.

Voor wat betreft de RLC, wordt tevens onderzocht of er een verschil is in effectiviteit naargelang het **type aanrijding**:

- Effect op kop-staart aanrijdingen
- Effect op flankaanrijdingen

Voor de SNC wordt dan weer onderzocht wat het effect is naargelang de **afstand tot de camera**

- 0-250 m voor en na de camera
- 250-500m voor en na de camera
- 500-750 m voor en na de camera
- 750-1000m voor en na de camera

- 1000-2000 m voor en na de camera

Voor zowel SNC als RLC zal worden onderzocht of er een verschil is naargelang de kenmerken van de **locatie**. Zo wordt een onderscheid gemaakt naar:

- Provincie
- Binnen of buiten bebouwde kom
- Aantal rijstroken
- Toegelaten snelheid
- Aanwezigheid middenberm
- Al of niet in traject staande

Om na te gaan wat het effect is op slachtofferniveau, wordt onderzocht wat het effect is op elk van de **types weggebruikers**

- Automobilist en andere inzittenden van een wagen
- Bromfietser
- Fietser
- Motorrijder
- Voetganger
- Vrachtwagenbestuurder

3.2 Vertekende factoren bij het uitvoeren van voor- en nastudies

Om de effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen te onderzoeken, kunnen verschillende methoden gehanteerd worden, maar worden vooral voor- en nastudies beschouwd als de beste methodiek (Elvik, 2002; Shinar, 2007). Deze methoden vergelijken het aantal ongevallen na het uitvoeren van de maatregel met het aantal ongevallen voor de maatregel, om na te gaan in welke mate de maatregel dit aantal beïnvloedde. Indien een daling in het aantal ongevallen wordt vastgesteld van de voor- naar de naperiode, kan verwacht worden dat de maatregel een positief effect had op de verkeersveiligheid. Hierbij wordt gericht op ongevallenniveau en niet op slachtofferniveau. Het analyseren op slachtofferniveau is namelijk minder representatief voor de verkeersveiligheid, aangezien het aantal betrokkenen in een bepaald ongeval deels berust op toeval. Immers, indien het ongeval gebeurd is, is het aantal betrokken slachtoffers onder meer afhankelijk van het aantal inzittenden, de kenmerken van het voertuig en bijvoorbeeld ook het al dan niet gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals de gordel of helm. Belangrijk bij het hanteren van een voor- en nastudie, is dat rekening wordt gehouden met mogelijke andere factoren die het aantal ongevallen konden beïnvloeden, ook wel vertekende factoren genoemd.

Belangrijke vertekende factoren bij het evalueren van een verkeersveiligheidsmaatregel zijn (Elvik, 2002):

- Het stochastische karakter van ongevallen
- Regressie naar het gemiddelde
- Lange termijn trend effecten
- Veranderingen in verkeersvolume
- Elke andere maatregel geïntroduceerd op het moment van de verkeersveiligheidsmaatregel
- Spillover effecten

3.2.1 Verkeersongevallen zijn stochastische gebeurtenissen

Verkeersongevallen betreffen gebeurtenissen die voor een deel berusten op toeval, en voor een deel te wijten zijn aan de kenmerken van de locatie (Nuyts & Cuyvers, 2003). Belangrijk is om rekening te houden met deze toevalligheid. Zo niet bestaat de kans dat de oorzaak volledig wordt toegeschreven aan locatiespecifieke kenmerken van de plaats, waardoor middelen verkeerd zouden worden ingezet. Moons (2009) geeft weer dat het noodzakelijk is het wegennetwerk te bestuderen gedurende een tijdsperiode waarin een representatief aantal ongevallen gebeurden.

3.2.2 Regressie naar het gemiddelde

Dit betreft een fenomeen dat optreedt ten gevolge van het willekeurige karakter van het ontstaan van ongevallen. Regressie naar het gemiddelde wordt gedefinieerd als één van De meest belangrijke

vertekenende factoren (Hauer, 1997). Wegens toevalligheid kan het gebeuren dat in een bepaald jaar een extreem hoog of laag aantal ongevallen plaatsvonden. Dit aantal zal de jaren nadien terugkeren naar het meer gemiddelde aantal. Een goede definitie van regressie naar het gemiddelde is gegeven door Elvik en Vaa (2004): "Regression-to-the-mean denotes the tendency for an abnormally high number of accidents to return to values closer to the long term mean; conversely abnormally low numbers of accidents tend to be succeeded by higher numbers. Regression-to-the-mean occurs as a result of random fluctuation in the recorded number of accidents around the long-term expected number of accidents". Het probleem is echter dat vaak op plaatsen met een hoog aantal ongevallen verkeersveiligheidsmaatregelen worden toegepast. In de jaren na het invoeren van de maatregel zal het aantal ongevallen dalen. Echter is het niet duidelijk in welke mate deze daling te wijten is aan de maatregel, of aan de regressie naar het gemiddelde. Deze factor dient dus in rekening te worden genomen bij het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen, zeker wanneer de locaties zijn geselecteerd op basis van een hoog ongevallenaantal. Deze factor kan gecontroleerd worden door gebruik te maken van een vergelijkingsgroep en statistische berekeningen.

3.2.3 Trend-effecten

Tevens dient rekening te worden gehouden met andere elementen die gedurende de onderzoeksperiode een effect uitoefenden op de verkeersveiligheid. Zo zullen, naast het plaatsen van flitspalen, ook heel wat andere maatregelen uitgevoerd zijn om de verkeersveiligheid te verhogen. Voorbeelden zijn: veiligere wagens, nationale informatiecampagnes, wijzigingen in de wetgeving en verhoogde handhaving. Maar ook andere elementen kunnen een invloed gehad hebben, zoals wijzigingen in verkeersvolumes en weersomstandigheden. Deze trendfactoren kunnen in rekening worden gebracht door gebruik te maken van een vergelijkingsgroep, welke gelijkaardige locaties omvat dan de te onderzoeken locaties. Deze groep zal een weerspiegeling bieden van de algemene trend in de verkeersongevallen, zonder de te onderzoeken maatregel te omvatten.

3.2.4 Veranderingen in verkeersvolume

Een andere belangrijke factor betreft het verkeersvolume. Tussen de voor- en naperiode kan het verkeersvolume gewijzigd zijn, wat een sterke invloed kan hebben op het ongevallenaantal. Elvik (2002) geeft aan dat het niet noodzakelijk is om expliciet te controleren voor het verkeersvolume. Dit is vooral het geval indien we mogen veronderstellen dat het volume op de onderzoekslocaties even sterk evolueert dan op de vergelijkingslocaties. Indien dat echter niet zo is (bv. bij maatregelen waar een specifieke stijging of daling van de verkeersintensiteit voor een bepaalde groep weggebruikers wordt beoogd), zou in het ideale geval ook een correctie voor die gewijzigde verkeersintensiteit moeten gebeuren. Indien bijvoorbeeld het effect van het aanleggen van veilige fietspaden op kruispunten zou onderzocht worden, zou dit zeker een mogelijk fenomeen zijn. In het geval van de camera's kunnen we echter argumenteren dat we ervan uitgaan dat er geen specifieke effecten op het volume zijn en dat we dus louter corrigeren voor trendmatige evoluties via onze vergelijkingsgroep. Volgens Elvik (2002) is het in dat geval voldoende om een ruime vergelijkingsgroep te includeren. Dit definieert hij als een groep waarin de jaarlijkse ongevallenaantallen verschillende honderden omvat. Volgens Elvik (2002) is dit voldoende aangezien deze vergelijkingsgroep alle factoren omvat die veranderingen overheen de tijd kunnen teweegbrengen. Een extra statistische schatting van de veranderingen in verkeersvolume zou volgens hem kunnen leiden tot een dubbele controle van het verkeersvolume.

3.2.5 Elke andere maatregel geïntroduceerd op moment van verkeersveiligheidsmaatregel

In sommige gevallen kan het gebeuren dat gedurende de periode dat de camera's werden geplaatst, ook andere maatregelen plaatsvonden op die locatie. Voorbeelden zijn verlaging van snelheidslimiet of het uitvoeren van infrastructuurwerken. Belangrijk is rekening te houden met deze elementen. Zo niet zal de evaluatie niet enkel het effect van het plaatsen van camera's omvatten, maar ook het effect van deze andere maatregelen. De belangrijkste lokale maatregel die kan gebeurd zijn op plaatsen met flitspalen, is het uitvoeren van infrastructuurwerken. Hiermee werd in de analyses dan ook rekening gehouden.

Daarnaast zijn er ook heel wat andere maatregelen gebeurd, die op meer uitgebreide schaal zijn uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld sensibilisatiecampagnes. Deze effecten worden gecontroleerd door het in rekening nemen van de trend op gelijkaardige locaties.

3.2.6 Spillover effect

In het kader van de snelheids- en roodlichtcamera's dient ook het spillover effect vermeld te worden. Spillover effecten kunnen ontstaan op plaatsen dichtbij een plaats waar een maatregel is genomen. Zo kan het installeren van een roodlichtcamera niet alleen een effect hebben op het kruispunt waar de camera werd geplaatst, maar ook op kruispunten dichtbij deze plaats, waar geen roodlichtcamera's zijn geplaatst. Echter is er geen eenduidigheid over het al of niet bestaan van spillover effecten. Een studie van Shin en Washington (2007) toonde spillover effecten van kruispunten met een flitspaal naar kruispunten zonder een flitspaal. Gelijkaardige veranderingen werden gevonden voor verschillende types ongevallen (haakse aanrijdingen, linksaf slaan en kop-staart). Council, Persaud, Eccles, Lyon en Griffith (2005) vonden dat de installatie van een RLC leidde tot een daling in het aantal haakse aanrijdingen in naburige kruispunten. Een stijging in het aantal kop-staart aanrijdingen werd echter niet gevonden. Roodlichtcamera's die aangegeven worden met een bord zouden tot minder spillover effecten leiden dan camera's die niet aangeduid zijn (Erke, 2009). Op zich kunnen spill over effecten gezien worden als een positief effect. Echter is het wel belangrijk hiermee rekening te houden in de analyses, aangezien spillover effecten kunnen leiden tot een onderschatting van de resultaten indien naburige kruispunten worden gehanteerd als vergelijkingsgroep. De resultaten zullen echter weinig of niet beïnvloed worden, indien geen kruispunten uit de naburige omgeving gehanteerd wordt (Erke, 2009).

3.3 Empirical Bayes methode

Bij de keuze tot een voor- en nastudie in het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen, kan gekozen worden voor verschillende methoden. Daartoe wordt de Empirical Bayes methode in de internationale literatuur aangegeven als meest geschikt (Elvik, 2008; Hauer, 1997; Moons, 2009; Persaud & Lyon, 2007). Dit vanwege het feit dat deze methode rekening houdt met heel wat vertekende factoren. Zo controleert deze methode voor trend, regressie naar het gemiddelde, kanseffecten en verkeersvolume.

De kern van de EB methode is dat een vergelijking wordt gemaakt tussen het aantal geregistreerde ongevallen na het uitvoeren van de maatregel en het verwachte aantal ongevallen in de naperiode indien de maatregel niet zou zijn uitgevoerd. Een schatting van het aantal ongevallen indien de maatregel niet was toegepast wordt gebaseerd op het aantal ongevallen vóór het toepassen van de maatregel, waarbij gecorrigeerd wordt voor regressie naar het gemiddelde en voor trendeffecten. Daarnaast worden kanseffecten gecontroleerd, door gebruik te maken van puntschattingen en betrouwbaarheidsintervallen. Voor een gedetailleerde beschrijving van de EB methode wordt verwezen naar Hauer (1997). Wel worden hier de belangrijkste formules weergegeven.

3.3.1 De berekening van de effectiviteit van een maatregel op één locatie

De berekening van de effectiviteit wordt hier uitgedrukt door middel van de effectiviteitsindex:

$$\text{Effectiviteitsindex (Eff)} = \frac{\text{geteld aantal ongevallen na de maatregel}}{\text{geschat aantal ongevallen indien de maatregel niet was toegepast}} \quad (1)$$

Wanneer deze index gelijk is aan 1, betekent dit dat de maatregel geen effect had, aangezien er geen verschil is in het werkelijke aantal gebeurde ongevallen en het geschatte aantal indien de maatregel niet zou zijn uitgevoerd. Een index lager dan 1 toont aan dat het aantal ongevallen na de maatregel lager is in vergelijking met het aantal ongevallen indien de maatregel niet was toegepast. De maatregel had dus een gunstig effect op de verkeersveiligheid. Een index hoger dan 1 geeft daarentegen een stijging in het aantal ongevallen aan.

3.3.1.1 Correctie voor regressie naar het gemiddelde

3.3.1.1.1 Hanteren van een vergelijkingsgroep

Om te controleren voor regressie naar het gemiddelde wordt een gewogen gemiddelde gehanteerd van het geregistreerde aantal ongevallen voor de maatregel en het gemiddeld aantal ongevallen voor de maatregel op vergelijkbare locaties. Op die manier wordt enerzijds rekening gehouden met de specifieke kenmerken van de locatie en wordt anderzijds, door gebruik te maken van een vergelijkingsgroep, gecontroleerd voor toeval. Om te controleren voor dit toevalseffect wordt gebruik gemaakt van een vergelijkingsgroep (zie 3.4).

Hauer, et al. (2002) hebben deze controle voor regressie naar het gemiddelde vertaald in volgende vergelijking:

$$L_{\text{regr gem, T}} = w * (\mu_V * km_L * T_{\text{voor}}) + (1-w)(\sum_{t=1}^{T_{\text{voor}}} L_t) \quad (2)$$

Met

$L_{\text{regr gem, T}}$ = het verwacht aantal ongevallen in locatie L over T jaar na correctie voor regressie naar het gemiddelde

μ_V = het gemiddeld aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep (zie 3.4.1)

km = aantal km van locatie L. Indien het aantal km niet toepasbaar is (bv bij een kruispunt), wordt dit gelijkgesteld aan 1

T_{voor} = de onderzoeksperiode vóór de uitvoering van de maatregel

L_t = het aantal ongevallen op locatie L in het jaar t

$1-w$ = het gewicht van locatie L

w = het gewicht dat aan de groep wordt toegekend. Met volgende formule:

$$w = \frac{1}{1 + k * \mu_V * T} \quad (3)$$

Met k is een overdispersie parameter per eenheid lengte, waarbij een grote overdispersie aangeeft dat data meer verspreid zijn dan verwacht. De overdispersie parameter wordt in deze analyses berekend uit de data van de vergelijkingsgroep. In de analyses waarin dit niet mogelijk is, wordt een variabele k-factor gehanteerd.

3.3.1.1.2 Hanteren van een risicomodel

Naast het gebruik van een vergelijkingsgroep om te controleren voor regressie naar het gemiddelde, kan ook gebruik gemaakt worden van een risicomodel, dat het aantal ongevallen schat door gebruik te maken van een statistisch model (meer informatie over dit model, zie 3.4.2).

Om te controleren voor regressie naar het gemiddelde, wordt dezelfde formule gebruikt als (2), met dat verschil dat μ nu niet het gemiddeld aantal ongevallen in een werkelijke vergelijkingsgroep betreft, maar het geschatte aantal door middel van een statistisch model.

$$L_{\text{regr gem, T}} = w * (\mu_M * km_L * T_{\text{voor}}) + (1-w)(\sum_{t=1}^{T_{\text{voor}}} L_t) \quad (4)$$

Met

$L_{\text{regr gem, T}}$ = het verwacht aantal ongevallen in locatie L over T jaar na correctie voor regressie naar het gemiddelde

μ_M = het gemiddeld aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep, geschat door middel van het statistisch model (zie 3.4.2).

km = aantal km van locatie L. Indien het aantal km niet toepasbaar is (bv bij een kruispunt), wordt dit gelijkgesteld aan 1

T_{voor} = de onderzoeksperiode vóór de uitvoering van de maatregel

L_t = het aantal ongevallen op locatie L in het jaar t

$1-w$ = het gewicht van locatie L

w = het gewicht dat aan de groep wordt toegekend. Met volgende formule:

$$w = \frac{1}{1 + k * \mu_V * T} \quad (3)$$

Waarbij de overdispersie parameter (k) in deze analyses niet manueel berekend wordt, maar wordt opgenomen uit de berekeningen van het statistische model.

3.3.1.1.3 Hanteren van de onderzoeksgroep – methode volgens Elvik

Daarnaast wordt in voorliggend rapport nog een tweede methode gehanteerd om te controleren voor RTM. Dit werd beschreven door Elvik (2011) om het aantal nullen in de naperiode aan te passen. De uiteindelijke effectiviteitsberekening en berekening van het betrouwbaarheidsinterval (zie 3.3.1.1 en 3.3.1.3) kan namelijk niet uitgevoerd worden indien het aantal ongevallen tijdens de voor- of naperiode gelijk is aan nul. In voorliggend rapport wordt deze methode van Elvik gehanteerd om zowel de RTM van de ongevallen in de voor- als de naperiode te controleren. Het verschil met de berekening door middel van de vergelijkingsgroep, is dat in onderstaande berekening minder gesteund wordt op de vergelijkingsgroep. Deze vergelijkingsgroep wordt namelijk enkel gehanteerd om de

overdispersiefactor (k) te berekenen. Het gemiddeld aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep wordt niet gehanteerd en vervangen door het gemiddeld aantal ongevallen in de onderzoeksgroep.

Om het aantal ongevallen in de voorperiode te controleren, wordt het gemiddelde van de vergelijkingsgroep (μ_v uit formule(2)) vervangen door het gemiddeld aantal ongevallen per onderzoekslocatie in de voorperiode:

$$L_{\text{regr gem}, T} = w * \lambda_{\text{voor}} + (1-w)(\sum_{t=1}^{T_{\text{voor}}} L_t) \quad (4)$$

Met

$L_{\text{regr gem}, T}$ = het verwacht aantal ongevallen in locatie L over T jaar na correctie voor regressie naar het gemiddelde

λ_{voor} = gemiddeld aantal ongevallen per onderzoekslocatie in de onderzoeksgroep in de voorperiode.

T_{voor} = de onderzoeksperiode vóór de uitvoering van de maatregel

L_t = het aantal ongevallen op locatie L in het jaar t

$1-w$ = het gewicht van locatie L

w = het gewicht dat aan de groep wordt toegekend. Met volgende formule:

$$w = \frac{1}{1 + k_{\text{voor}} * \lambda_{\text{voorperiode}}}$$

Met

k_{voor} = de overdispersieparameter van de voorperiode, berekend door middel van de vergelijkingsgroep

Dat betekent dat hoe groter k is, hoe kleiner het gewicht wordt en hoe minder nadruk op de ongevallen in de vergelijkingsgroep gelegd wordt, maar daarentegen er meer nadruk gelegd wordt op de ongevallen in de onderzoeksgroep.

Bij het berekenen van de RTM in de naperiode, wordt λ_{voor} vervangen door het gemiddeld aantal ongevallen in de naperiode en wordt k_{voor} vervangen door de overdispersieparameter van de naperiode.

3.3.1.2 Correctie voor de trend

Om te corrigeren voor mogelijke trendwijzigingen, wordt aangenomen dat de onderzoekslocaties de ongevallentrend zou hebben gevolgd, zoals deze te vinden is op gelijkaardige locaties. Met andere woorden: zelfs indien op de onderzoekslocaties geen specifieke ingrepen zouden gebeurd zijn, mag verwacht worden dat het aantal ongevallen op deze locaties niet constant gebleven is, maar op dezelfde wijze evolueerde zoals op vergelijkbare locaties. Deze trend is te berekenen door het aantal ongevallen op de vergelijkinglocaties voor de maatregel te vergelijken met het aantal ongevallen uit de vergelijkingsgroep na de maatregel. Uit vergelijking (1) volgt dan:

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{L_{\text{na}}}{L_{\text{voor, regr gem, trend}}} = \frac{L_{\text{na}}}{L_{\text{voor, regr gem}} * \frac{V_{\text{na}}}{V_{\text{voor}}}} \\ &= \frac{L_{\text{na}} / L_{\text{voor, regr gem}}}{V_{\text{na}} / V_{\text{voor}}} \end{aligned} \quad (5)$$

Met

L_{na} : het aantal ongevallen na het invoeren van de maatregel op locatie L

$L_{\text{voor, regr gem}}$: het aantal ongevallen op locatie L voor de maatregel, na correctie voor regressie naar het gemiddelde

V_{na} : het aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep na de maatregel

V_{voor} : het aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep voor de maatregel

3.3.1.3 Betrouwbaarheidsinterval

Om de betrouwbaarheid van het resultaat te berekenen wordt het 95% betrouwbaarheidsinterval gehanteerd (Elvik, 1995; Fleiss, 1981; Nuyts & Cuyvers, 2003). Een betrouwbaarheidsinterval is een interval rond een berekende waarde waarbinnen de werkelijke waarde met een zekere

betrouwbaarheid zit. Stel dat een effectiviteitsindex van 0,7 gevonden wordt met het betrouwbaarheidsinterval [0,52; 0,92], dan is de beste schatting 0,7 en kan met 95% zekerheid gezegd worden dat de echte effectiviteitsindex tussen 0,52 en 0,92 ligt. Hoe smaller het interval is, des te nauwkeuriger is de schatting. Een resultaat kan pas als significant beschouwd worden indien 1 niet in het interval ligt. Een significant resultaat betekent dat het resultaat het gevolg is van de maatregel die plaatsvond. Een niet-significant resultaat is eerder te wijten aan toeval in plaats van aan de maatregel. Bij de berekening van het betrouwbaarheidsinterval wordt gebruik gemaakt van het feit dat de index een odds-ratio is met een lognormale verdeling. Het logaritme van deze index is normaal verdeeld. LnEff wordt dan gedefinieerd als een logaritme van de odds ratio. LnEFF heeft als schatting ln(Eff) en als variantie:

$$s^2 = \frac{1}{L_{na}} + \frac{1}{L_{voor, regr\ gem}} + \frac{1}{V_{na}} + \frac{1}{V_{voor}} \quad (6)$$

Voor een 95% betrouwbaarheidsinterval van lnEFF:

$$\begin{aligned} \text{lnEFF, onder limiet} &= \ln(\text{EFF}) - 1,96 * s \\ \text{lnEFF, boven limiet} &= \ln(\text{EFF}) + 1,96 * s \end{aligned} \quad (7)$$

Voor een 95% betrouwbaarheidsinterval van de effectiviteitsindex:

$$\begin{aligned} \text{EFF, onder limiet} &= \exp[\ln(\text{EFF}) - 1,96 * s] \\ \text{EFF, boven limiet} &= \exp[\ln(\text{EFF}) + 1,96 * s] \end{aligned} \quad (8)$$

3.3.2 Meta-analyse

Naast een individuele analyse per locatie, is het ook mogelijk om de resultaten van deze individuele analyses samen te nemen en het gezamenlijke effect te berekenen door middel van een meta-analyse. De combinatie van deze resultaten maakt dat de aantallen groter worden, en het resultaat statistisch betrouwbaarder wordt.

Onderstaande formules worden gehanteerd bij de berekening van het gezamenlijke effect (Nuyts & Cuyvers, 2003). Zoals weergegeven in (4) kan het effect van een maatregel op een bepaalde locatie I, weergegeven worden met volgende formule:

$$\text{EFFI} = \frac{L_{\ln a} / L_{\text{Ivoor, regr gem}}}{V_{\ln a} / V_{\text{Ivoor}}} \quad (9)$$

Voor elke locatie I is de logaritme van de odds-ratio $\ln \text{EFF}_I = \ln(\text{Eff}_I)$

De variantie van dit logaritme is

$$S^2 = \frac{1}{L_{\ln a}} + \frac{1}{L_{\text{Ivoor, regr gem}}} + \frac{1}{V_{\ln a}} + \frac{1}{V_{\text{Ivoor}}} \quad (10)$$

Bij de berekening van het gezamenlijke effect, wordt aan elk individueel effect een gewicht toegekend. Dit is omgekeerd evenredig met de variantie:

$$w_I = \frac{1}{S^2} \quad (11)$$

Indien verondersteld wordt dat we beschikken over n verschillende plaatsen waar een maatregel is toegepast, wordt de gewogen gemiddelde effectiviteitindex van de maatregel over alle plaatsen heen:

$$\text{Totale eff} = \exp \left[\frac{\sum_{l=1}^n w_l * \ln(\text{Eff}_l)}{\sum_{l=1}^n w_l} \right] \quad (12)$$

De schatting van een 95% betrouwbaarheidsinterval is dan:

$$95\% \text{ BI EFFECT} = \exp \left[\frac{\sum_{l=1}^n w_l * \ln(\text{EFF}_l)}{\sum_{l=1}^n w_l} \pm 1,96 * \frac{1}{\sqrt{\sum_{l=1}^n w_l}} \right] \quad (13)$$

3.3.3 Vergelijkende analyse tussen kenmerken

Door middel van formule (12) is het mogelijk om het effect overheen verschillende locaties te berekenen. Zo kan berekend worden wat de gezamenlijke effectiviteit is van alle flitspalen op wegvakken of kruispunten, maar kan ook berekend worden wat de gezamenlijke effectiviteit is van locaties met een bepaald kenmerk (bv locaties binnen de provincie Antwerpen). Echter kan hiermee nog niet geanalyseerd worden in welke mate de effectiviteit van locaties met bepaalde kenmerken significant verschillen van andere locaties. Door middel van deze analyses kan bijvoorbeeld niet geconcludeerd worden of snelheidscamera's binnen Antwerpen effectiever waren dan camera's uit Limburg. Daartoe dient een vergelijkende analyse uitgevoerd te worden, waarbij de gemiddelde effectiviteitsindex van locaties binnen de verschillende categorieën (bv de verschillende provincies) van een kenmerk tegen elkaar worden afgezet. De gemiddelden binnen deze verschillende categorieën dienen dan vergeleken te worden, waarbij gebruik gemaakt wordt van de ANOVA (Analysis of variance) methode uit het statistisch programma SPSS. Deze analyse vergelijkt alle categorieën binnen eenzelfde kenmerk. Een significant resultaat duidt aan dat er een significant verschil is tussen twee of meerdere categorieën. Indien de analyses wijzen op significante verschillen, dient gekeken te worden naar de gemiddelde effectiviteitsindexen van alle locaties binnen de categorieën, om na te gaan welke categorie van locaties de hoogste daling vertoonde. Voorwaarde om de ANOVA-test uit te voeren is dat alle groepen uit een normaal verdeelde populatie komen en alle groepen groter zijn dan vijf. Ook dienen de varianties (= de spreiding) van de groepen gelijk te zijn. Dit kan getest worden met de 'Levene's Test for equality of variance'. Indien niet aan deze voorwaarden voldaan wordt, mogen de resultaten van deze analyses niet geïnterpreteerd worden. In dat geval kan wel gebruik gemaakt worden van een non-parametrische test, namelijk de Kruskal-Wallis test. Aan non-parametrische testen worden andere eisen gesteld, hier wordt uitgegaan van een aselectie steekproef en de data moeten ordinaal zijn. Aan de steekproevenverdeling worden geen eisen gesteld. De Kruskal-Wallis test is het non-parametrische alternatief van de ANOVA-analyse (De Vocht, 2007).

3.4 Vergelijkingsgroep

Om te controleren voor regressie naar het gemiddelde en de trend, wordt gebruik gemaakt van een vergelijkingsgroep. Bij het hanteren van een vergelijkingsgroep kan enerzijds gekozen worden voor een aantal echte locaties, of anderzijds voor een in model gedefinieerde locatie met bepaalde eigenschappen. Om trend te controleren wordt gebruik gemaakt van echte locaties. Om regressie naar het gemiddelde te controleren, kan gekozen worden tussen echte locaties of een risicomodel.

3.4.1 Echte locaties

Wanneer echte locaties worden gehanteerd, dienen deze op een aantal kenmerken overeen te komen. Echter deze kenmerken dienen soepeler aangepast te worden tot het aantal ongevallen in deze vergelijkingsgroep voldoende groot is. Hauer (1991) geeft als voldoende groot een aantal van 150 ongevallen als minimum. In veel gevallen kan de vergelijkingsgroep vrij klein uitvallen. Belangrijk in dit onderzoek is dat op de vergelijkingslocaties (nog) geen onbemande camera's geplaatst zijn, noch andere maatregelen zijn toegepast. De locaties dienen echter wel op een aantal punten overeen te komen. Om een vergelijkingsgroep te kunnen hanteren ter controle van de trend, is inzicht nodig in het totale aantal ongevallen per jaar. Om te controleren voor RTM is echter meer informatie nodig. Hier moet namelijk de overdispersie factor berekend worden. Om overdispersie te kunnen berekenen is nood aan informatie omtrent het aantal ongevallen per locatie. In dit onderzoek zal dit per kruispunt zijn voor de RLC en per wegvak van 1km voor de SNC. Indien hier geen zicht op is, is het niet mogelijk om de overdispersie te berekenen en bijgevolg te controleren voor RTM.

Om zeker te zijn dat de vergelijkingslocaties bestaan uit punten vergelijkbaar met de onderzoekslocaties, kan deze vergelijkbaarheid statistisch worden gecontroleerd. Hiertoe kunnen de odds ratio's van het ongevallenaantal worden berekend voor de jaren vóór dat de flitspalen werden aangepakt. De odds-ratio is de relatieve wijziging in het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep, vergeleken met de relatieve wijziging in de vergelijkingsgroep. De odds-ratio van twee opeenvolgende jaren is:

$$\text{Odds ratio} = \frac{O_t/O_{t-1}}{V_t/V_{t-1}} \quad (14)$$

Met:

O_t = het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep in het jaar t

O_{t-1} = het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep in het jaar t-1

V_t = het aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep in het jaar t

V_{t-1} = het aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep in het jaar t-1

Indien groepen vergelijkbaar zijn, wordt verwacht dat vóór de invoering van de maatregel de ongevallendata van de onderzoeksgroep van jaar tot jaar evenredig zullen wijzigen met de ongevallendata van de vergelijkingsgroep. De vergelijkingsgroep wordt vergelijkbaar geacht indien de odds ratio in de buurt van 1 ligt (Hauer, 1997).

Aangezien in voorliggende studie de voorperiode varieert tussen 1 en 7 jaar, wordt de odds ratio per groep van locaties met eenzelfde voorperiode berekend. Dit betekent dat de odds ratio wordt berekend voor alle locaties met 1 jaar voorperiode, voor alle locaties met 2 jaar voorperiode, enzovoort.

Naast het aantal ongevallen kunnen ook de belangrijkste kenmerken van de gevaarlijke punten vergeleken worden. Hierbij kan verhoudingsgewijs het aandeel locaties in de onderzoeksgroep met een bepaald kenmerk en het aandeel locaties in de vergelijkingsgroep met dat kenmerk vergeleken worden.

$$\frac{\text{Aantal locaties met bepaald kenmerk in onderzoeksgroep} / \text{Totaal aantal locaties in onderzoeksgroep}}{\text{Aantal locaties met bepaald kenmerk in vergelijkingsgroep} / \text{Totaal aantal locaties in vergelijkingsgroep}} \quad (15)$$

3.4.2 Risicomodel

Zoals reeds weergegeven in de beschrijving van de Empirical Bayes methode (zie 3.3.1.1.2, p30) kan ter controle van regressie naar het gemiddelde, ook gebruik gemaakt worden van een schatting op basis van een statistisch model. In deze studie wordt gebruik gemaakt van een statistisch model dat is opgesteld in het kader van de gevaarlijke punten. Dit model is beschreven in een recent rapport van het Steunpunt Verkeersveiligheid (De Ceunynck et al., 2012) en is reeds toegepast in een effectevaluatie van de gevaarlijke punten (De Pauw et al., 2012). Het rapport identificeert de belangrijkste factoren die het verschil verklaren in het aantal ongevallen tussen de verschillende types van gevaarlijke kruispunten. Aangezien dit is toegepast op kruispunten, kan dit model gebruikt worden ter controle van de regressie naar het gemiddelde bij RLC. Dit model is niet bruikbaar voor de SNC, aangezien de ongevalsituatie anders is op een wegvak in vergelijking met een kruispunt.

De modellen die in de evaluatie van RLC gebruikt worden, schatten het aantal letselongevallen op basis van de volumedata op het kruispunt.

Een schatting van alle letselongevallen vond plaats door middel van volgende formule:

$$E_{\text{letselong}}(\lambda) = e^{-1.7131} Q_{\text{hoofdweg}}^{0.3231} Q_{\text{secundaire weg}}^{0.2463}$$

Met

$E(\lambda)$ = verwachte aantal ongevallen (op jaarbasis)

Q_{hoofdweg} = verkeersvolume op de hoofdweg

$Q_{\text{secundaire weg}}$ = verkeersvolume op de secundaire weg

De weg met de hoogste wegcategorie wordt beschouwd als de hoofdweg. Indien beide wegen dezelfde wegcategorie hebben, wordt de weg met de hoogste verkeersintensiteit beschouwd als hoofdweg. Bij aanwezigheid van meer dan twee kruisende wegen, worden de twee met de hoogste wegcategorie en/of verkeersintensiteit geselecteerd.

Voor de ernstige ongevallen werd volgende formule gehanteerd:

$$E_{\text{ernstige ongevallen}}(\lambda) = e^{-3.2138} Q_{\text{hoofdweg}}^{0.3327} Q_{\text{secundaire weg}}^{0.2009}$$

4 DATAVERZAMELING

4.1 Selectie van onderzoeks- en vergelijkingslocaties en ongevallen

4.1.1 Selectie van onderzoeks- en vergelijkingslocaties

Om het effect van een camera op de verkeersveiligheid te kunnen evalueren, is er nood aan ongevallendata. Deze ongevallendata dienen geografisch gelokaliseerd te zijn, om een selectie rond de plaats waar de flitspaal staat mogelijk te maken. Daarnaast is er nood aan minstens één jaar ongevallendata voor en na dat de camera werd geplaatst en in gebruik genomen, om op die manier een vergelijking te kunnen maken van het ongevallenaantal voor met na. Geografische gelokaliseerde ongevallendata waren beschikbaar van 1996 tot en met 2008. Dit betekent dat, aangezien minstens één jaar naperiode nodig is, alle locaties waar een camera geplaatst en in gebruik genomen is tot en met 2007 kunnen geëvalueerd worden. Om toch een evaluatie mogelijk te maken van de meer recent geplaatste camera's, werden in het kader van deze studie politiezones bevestigd om ongevallendata te leveren voor de jaren 2008 tot 2010.

In dit rapport wordt een onderscheid gemaakt tussen twee analyses, namelijk de analyses waarbij enkel gebruik wordt gemaakt van de FODdata, en de analyses waarbij gebruik wordt gemaakt van een combinatie van FODdata, en data verkregen door bevestiging van de politiezones. Hier wordt gebruik gemaakt van zogenoemde secundaire datasets. Dit betreffen datasets die door anderen werden verzameld, vaak met andere redenen dan wat het onderzoek voor ogen heeft. Dit heeft heel wat voordelen, waaronder een groter bereik, generaliseerbaarheid en diepgang van de gegevens. Maar het heeft ook nadelen. Zo worden de gegevens in beide datasets op een verschillende manier verzameld. Dit kan leiden tot verschillen in correctheid en volledigheid van de verstrekte informatie, wat bijgevolg kan leiden tot problemen indien beide datasets gecombineerd worden (Billiet & Waeye, 2003). Ook al levert de combinatie van FOD- en politiedata meer recentere ongevallendata, toch worden ook analyses uitgevoerd met enkel de FODdata. Dit omdat bij de analyse van FOD- en politiedata, twee verschillende datasets worden gecombineerd, die op verschillende wijze verzameld werden.

Net zoals in de meeste Europese landen, wordt de informatie over letselongevallen in België ingezameld door de politiediensten. Wanneer een verkeersongeval lichamelijke letsels tot gevolg heeft, zijn de betrokkenen wettelijk verplicht de politiediensten op de hoogte brengen. In die gevallen vult de politie een verkeersongevallenformulier (VOF) en een procesverbaal (PV) in. Alle informatie van de VOF worden verzameld in de nationale gegevensbank van letselongevallen van de federale politie. Het zijn de data uit deze gegevensbank die in voorliggend rapport beschouwd worden 'politiedata'. De FODdata gaan nog iets verder, waarbij extra controles en aanvullingen worden uitgevoerd. De federale politie maakt haar databestand aangaande letselongevallen over aan de Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie (AD SEI) van de FOD Economie. De AD SEI valideert en controleert dit databestand en voegt er tevens de "doden 30 dagen" aan toe, welke de personen betreffen die binnen de 30 dagen overleden aan hun verwondingen ten gevolge van het ongeval. Deze gegevens worden door de Parketten door middel van overlijdensformulieren doorgestuurd naar de AD SEI. Het gaat hier enerzijds om zwaargewonden (dit is meestal het geval), lichtgewonden, of zelfs personen die als ongedeerd omschreven werden, die binnen de 30 dagen aan de gevolgen van het ongeval overleden en dus geherdefinieerd worden als "doden 30 dagen". Anderzijds gaat het om overleden personen die helemaal niet voorkomen in de politiedatabank en die er derhalve aan worden toegevoegd (Casteels, Focant, & Nuyttens, 2011).

1) Enkel gebruik van FODdata

Voor deze analyses wordt enkel gebruik gemaakt van de FODdata. Aangezien gegevens omtrent uitgevoerde wegenwerken beschikbaar zijn vanaf 2000 (zie 4.1.1.1), en de eerste camera's werden geplaatst vanaf 2002, start de onderzoeksperiode vanaf 2000. Deze loopt tot en met 2008, wegens het feit dat gelokaliseerde ongevallendata vanwege de FOD beschikbaar zijn tot dit jaar. Dit betekent dat flitspalen die geplaatst en in gebruik genomen zijn tot en met 2007 kunnen opgenomen worden in de onderzoeksgroep, aangezien minstens één jaar ongevallendata na het plaatsen van een camera noodzakelijk is.

2) Combinatie van de FOD data en de data verkregen door de bevraging van de politiezones

Voor deze analyses wordt gebruik gemaakt van de data verkregen door de FOD Economie, aangevuld met de data verkregen van de politiezones. De politiezones werden in het kader van huidig onderzoek bevestigd voor de jaren 2008 tot 2010. Aangezien tussen deze bevestiging en de start van dit onderzoek, de gelokaliseerde data van 2008 reeds verkregen werden door de FOD Economie, werden voor 2008 de data van de FOD en niet deze van de politiezones gehanteerd. Verder zijn de politiezones voor 2010 enkel gevraagd om ongevallendata aan te leveren tot en met juni 2010, aangezien de bevestiging reeds plaatsvond in het najaar van 2010. Dit betekent dat slechts een half jaar aan ongevallendata beschikbaar zijn. Aangezien voor het onderzoek ongevallendata per jaar nodig zijn, was het niet mogelijk om 2010 ook op te nemen als een onderzoeksjaar en werden enkel ongevallen tot en met 2009 geselecteerd. Dit betekent dat flitspalen geplaatst tot en met 2008 konden opgenomen worden in de onderzoeksgroep. Om de verzamelde data van 2010 toch te kunnen opnemen, werden deze verwerkt in het jaar 2009. Daartoe werd een som van de jaren 2009 en 2010 genomen, wat werd vermenigvuldigd met 2/3, om het uiteindelijke aantal te bekomen dat zou gehanteerd worden voor 2009. Op die manier kan verwacht worden dat een meer betrouwbaar resultaat bekomen wordt, aangezien data van anderhalf jaar opgenomen wordt en op die manier mogelijke extreme resultaten uitgemiddeld worden.

Daarnaast zal in de analyses steeds een onderscheid worden gemaakt tussen RLC en SNC. Dit omdat deze palen geplaatst zijn op een verschillende inrichting (kruispunten vs wegvakken) en hierbij verschillende types van ongevallen plaatsvinden.

4.1.1.1 De onderzoeksgroep

De onderzoeksgroep van deze studie omvatte alle flitspalen op kruispunten (roodlichtcamera's) en wegvakken (snelheidscamera's) in Vlaanderen geplaatst sinds 2002. In totaal betroffen dit 417 kruispunten (kunnen meerdere flitspalen omvatten), en 256 flitspalen op wegvakken met SNC (108 SNC met lus en 148 SNC met radar).

Belangrijk hierbij is op te merken dat voor de kruispunten niet gewerkt wordt met individuele flitspalen, maar wel met sites van flitspalen. Hierbij vormen alle palen die op eenzelfde kruispunt staan eenzelfde site. Voor SNC wordt wel gewerkt met individuele flitspalen, aangezien hier de afstand ten opzichte van elkaar sterk kan verschillen, wat een effect heeft op de te selecteren afstand voor ongevallen.

4.1.1.1.1 Voorwaarden tot opname in onderzoeksgroep

Om een site of flitspaal op te kunnen nemen in de onderzoeksgroep dient aan verschillende voorwaarden voldaan te zijn:

- De data van plaatsing van paal en ingebruikname dienen gekend te zijn. Hiertoe wordt gewerkt met jaartallen. Het jaartal van plaatsing, is het jaartal dat de flitspaal (de behuizing) werd geplaatst, het jaartal van ingebruikname is het jaartal dat de snelheids- of roodlichtcamera in de flitspaal werd geplaatst. Vaak zullen beide data in hetzelfde jaar vallen. Echter in enkele gevallen, vooral voor SNC, is er wel een langere periode tussen plaatsing van paal en plaatsing van de camera
- Zoals reeds weergegeven is nood aan minstens 1 jaar ongevallendata voor dat de flitspaal geïnstalleerd werd en 1 jaar nadat de camera in de paal geplaatst werd
- De flitspaal mag niet op de autosnelweg staan. In dit onderzoek worden enkel flitspalen op gewestwegen opgenomen. Een onderzoek van de flitspalen op autosnelwegen zal in een later onderzoek uitgevoerd worden
- Ook worden enkel flitspalen opgenomen die tot na 2008 werden gebruikt. Voor enkele flitspalen gaven politiezones immers aan dat hier geen camera meer werd geplaatst, of dat de flitspaal werd weggehaald. Dit vaak wegens verschillende problemen omtrent homologatie, defect aan lussen, defect aan palen en uitgevoerde infrastructuurwerken.
- Ook worden de locaties niet in het onderzoek opgenomen, indien geen zicht is op al of niet uitgevoerde infrastructuurwerken. Deze informatie is zoals in punt 3.2 wordt weergegeven noodzakelijk om een zuivere analyse mogelijk te maken
- In enkele gevallen bleken er toch nog enkele RLC met een gelijk kilometerpunt als apart weergegeven. Deze gegevens werden dan ook samengenomen tot één locatie. Ook bevonden enkele SNC zich op een identiek kilometerpunt. Ook in deze gevallen werden deze

locaties samengenomen tot één site, aangezien de selectie van ongevallen (500m voor en 500m na) identiek hetzelfde was voor beide flitspalen.

- Wat betreft de analyses waar gebruik gemaakt wordt van een combinatie van FOD-data en politiedata: om een locatie te kunnen opnemen in de onderzoeksgroep, is het noodzakelijk dat de politie ongevallendata heeft aangeleverd. Zo niet kan deze locatie niet opgenomen worden in de onderzoeksgroep. Tevens dient zicht te zijn op het aantal letselongevallen. In sommige gevallen werd bij de rapportage van het aantal ongevallen rond SNC ook de ongevallen zonder gewonden opgenomen. Ook deze locaties konden niet opgenomen worden in de analyses. Dit probleem met verkeerde rapportering trad niet op bij de rapportering van ongevallen rond RLC, aangezien hiervoor een andere manier van bevraging werd gehanteerd. Hier diende per ongeval het aantal gewonden opgegeven te worden, terwijl bij de SNC het totale aantal ongevallen en gewonden per jaar dienden gerapporteerd te worden.

4.1.1.1.2 Selectie voor- en naperiode + onderscheid tussen locaties zonder werken en locaties met werken

Om een voor- en naperiode te kunnen uitvoeren, is er nood aan een duidelijke voor- en naperiode. De voorperiode is de periode vóór dat de flitspaal werd geplaatst. De naperiode is de periode nadat de flitspaal in gebruik werd genomen en de flits- of roodlichtcamera in de flitspaal werd geplaatst. De periode dat de flitspaal of de camera werd geplaatst, worden dus niet in de analyses opgenomen (zie vb1 op Figuur 4.1).

Om een zo zuiver mogelijke analyse uit te voeren, is het ook noodzakelijk zicht te hebben op andere verkeersveiligheidsmaatregelen die tijdens de onderzoeksperiode (2000-2008/2009) werden uitgevoerd op de plaatsen met de flitspalen (zie 3.2 voor meer informatie). De belangrijkste maatregelen die konden uitgevoerd zijn, is het uitvoeren van infrastructuurwerken. Om hier zicht op te krijgen, werden de districten bevroegd informatie te geven over alle uitgevoerde infrastructuurwerken tijdens de periode 2000-2010.

Bij het analyseren van de effectiviteit van flitspalen, werd het effect van de wegenwerken zoveel mogelijk uitgesloten, en dit door het aanpassen van de voor- of naperiode. Dit betekent dat indien de werken in de voorperiode werden uitgevoerd, dus voor dat de flitspaal werd geplaatst, de voorperiode zodanig werd ingekort, zodat enkel de periode na de werken werd opgenomen (zie vb2 Figuur 4.1). Stel dat de flitspaal geplaatst is in 2005, maar er vonden in 2002 werken plaats, dan omvatte de voorperiode de jaren 2003-2004. Indien de werken plaatsvonden na de plaatsing en in gebruikname van de flitspaal, werd de naperiode ingekort (zie vb3 Figuur 4.1). Stel nu dat de flitspaal werd in gebruik genomen in 2006 en er vonden werken plaats in 2008, dan werd de naperiode ingekort tot 2007. In deze gevallen is het dus mogelijk het effect van de flitspaal te onderzoeken, zonder het effect van de wegenwerken mee op te nemen. Hier kan het zuivere effect van de plaatsing van een flitspaal worden onderzocht.

Niettemin komt het in sommige gevallen ook voor dat de werken zijn uitgevoerd in het jaar vlak voor, vlak na of tijdens dat de flitspaal werd geplaatst of in gebruik genomen. In die gevallen was het niet mogelijk een zuivere voor- of naperiode te selecteren. De locaties waar dit het geval was, werden in een aparte analyse opgenomen en gedefinieerd als 'flitspaal met werken'. Op die manier wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de analyses waar enkel het effect van de plaatsing van een paal werd gemeten en de analyses waarbij het gecombineerde effect van de plaatsing van een paal en het uitvoeren van werken werd gemeten.

Indien de werken plaatsvonden in hetzelfde jaar dan de plaatsing en ingebruikname, werd de periode voor en na de plaatsing en ingebruikname van de palen beschouwd als respectievelijk de voor- en naperiode (zie vb4 Figuur 4.1). Indien de werken net voor de plaatsing van de paal plaatsvonden, werd de voorperiode ingekort tot net voor de uitvoering van de werken (zie vb5 Figuur 4.1). Bij werken na de ingebruikname van de camera, werd de naperiode ingekort, zodat deze pas startte vanaf het beëindigen van de werken (zie vb6 Figuur 4.1). In sommige gevallen, vooral bij SNC, gebeurde het ook dat er een lange periode was tussen de plaatsing van de paal en de ingebruikname hiervan. In sommige gevallen vonden tussen deze periode werken plaats. Ook hier werd deze locaties beschouwd als 'flitspaal met werken', waarbij de oorspronkelijke voor- en naperiode behouden bleef (zie vb7).

Flitspalen zonder werken

- geen werken uitgevoerd (vb1)



- werken in voorperiode (vb2)

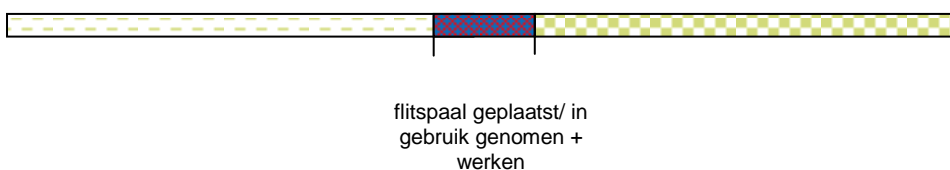


- werken in naperiode (vb3)

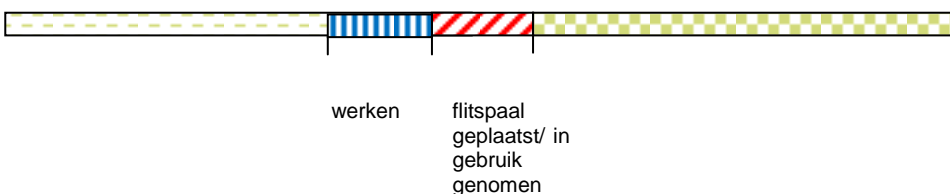


Flitspalen met werken

- werken in zelfde jaar dan plaatsing/ ingebruikname flitspaal (vb4)



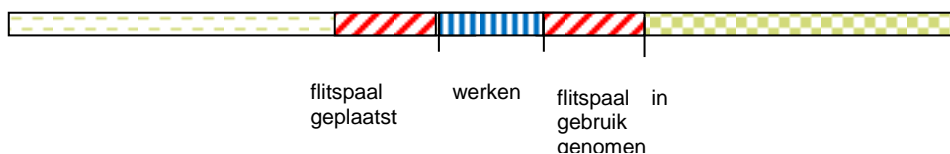
- werken in jaar vlak voor plaatsing/ ingebruikname flitspaal (vb5)



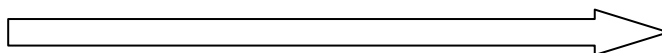
- werken in jaar vlak na dan plaatsing/ ingebruikname flitspaal (vb6)



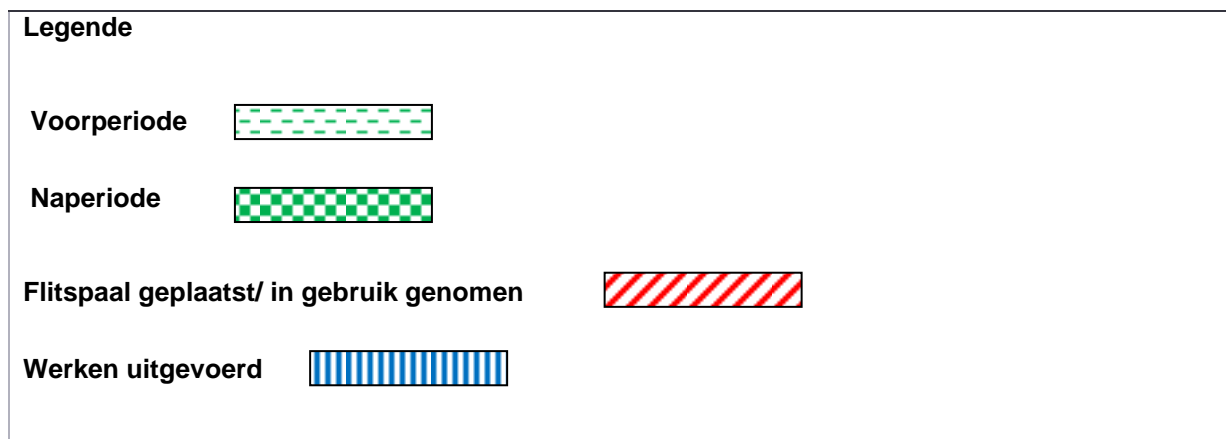
- werken in periode tussen plaatsing flitspaal en ingebruikname paal (vb7)



2000



2008



Figuur 4.1 Overzicht van de selectie van de voor- en naperiodes

4.1.1.2 De vergelijkingsgroep

Om te corrigeren voor regressie naar het gemiddelde en trend, wordt gebruik gemaakt van een vergelijkingsgroep voor de RLC en voor de SNC. Daartoe worden per analyse twee vergelijkingsgroepen gehanteerd. De eerste vergelijkingsgroep bestaat uit locaties waar momenteel een aanvraag tot plaatsing van flitspaal is ingediend. Voor RLC betreffen dit 40 sites, voor SNC 120 plaatsen. Deze sites worden aangevuld met de sites waar camera's geplaatst zijn na de onderzoeksperiode. Deze kunnen ook opgenomen worden in de vergelijkingsgroep, aangezien deze wat betreft de inrichting vergelijkbaar zijn met de onderzoekslocaties, maar er tijdens de onderzoeksperiode nog geen flitspaal geplaatst werd. Dit betekent dat voor de analyse waar enkel gebruik wordt gemaakt van de FODdata, alle locaties waar een flitspaal geplaatst en in gebruik genomen werd na 2008, konden opgenomen worden in de vergelijkingsgroep. Voor de analyses met de combinatie van de FOD- en politiedata, betreffen dit alle camera's die geplaatst en in gebruik genomen zijn na 2009.

Daarnaast wordt nog een tweede vergelijkingsgroep gehanteerd, welke bestaat uit alle ongevallen die gebeurden in Vlaanderen. Dit als extra controle naast de eerste vergelijkingsgroep, en voor het geval dat de vergelijkingsgroep te klein zou uitvallen. Er is namelijk een minimum van 150 ongevallen gedurende de voor- en naperiode noodzakelijk om te spreken van een betrouwbare vergelijkingsgroep (Hauer, 1991). De vergelijkingsgroep, bestaande uit alle ongevallen in Vlaanderen kan echter alleen gebruikt worden om te controleren voor de trend. Om te controleren voor RTM is dit niet mogelijk, aangezien hier enkel zicht is op het totale aantal ongevallen en geen onderscheid wordt gemaakt naar bepaalde locaties, waardoor de overdispersie factor en bijgevolg de RTM niet kan berekend worden.

4.1.1.2.1 Voorwaarden tot opname in vergelijkingsgroep

Om opgenomen te kunnen worden in de vergelijkingsgroep dienden de locaties aan volgende voorwaarden te voldoen:

- Gedurende de onderzoeksperiode mochten geen infrastructuurwerken worden uitgevoerd
- Verder mocht de locatie niet te dicht in de buurt liggen van een onderzoekslocatie. Er mag namelijk geen overlap zijn in de selectie van ongevallen, waardoor eenzelfde ongeval in zowel de onderzoeks- als de vergelijkingsgroep zou terecht komen. Voor de RLC vormt dit geen probleem, aangezien hier slechts een straal van 50 meter wordt gehanteerd. Voor de SNC kan dit wel een probleem vormen. Er wordt immers een afstand van 500 meter voor en na de flitspaal gehanteerd om ongevallen te selecteren. Dit betekent dat een SNC in de vergelijkingsgroep op minstens 1 kilometer van een onderzoekslocatie diende te liggen. SNC in de vergelijkingsgroep die dichter lagen, werden verwijderd.
- Bij het uitvoeren van de analyse waarbij gebruik wordt gemaakt van een combinatie van de FOD- en politiedata, konden enkel de locaties worden opgenomen waarvan het aantal letselongevallen uit 2009 en 2010 gekend waren.

4.1.2 Selectie van ongevallen

4.1.2.1 Ongevallen 2000-2008

Voor SNC werden de ongevallen geselecteerd die op 500 m voor en 500 m na de flitspaal gebeurden. Er is geen standaard lengte voor het meten van effecten van snelheidscamera's (Mountain, Hirst, Maher, 2004). Ideaal gezien dient de volledige lengte van de weg in acht genomen te worden die kan beïnvloed worden door de aanwezigheid van de camera. Indien een te korte lengte wordt gebruikt, is het niet mogelijk om het volledige effect te meten. Bij een lengte die te lang is worden ook ongevallen mee opgenomen die niet beïnvloed worden door de aanwezigheid van de camera, hetgeen kan zorgen voor een verwatering van het mogelijk gevonden effect. Aangezien een afstand van 500m ook wordt gehanteerd om de prioriteitsscore te bepalen bij de aanvraag tot plaatsing van een flitspaal, lijkt het hanteren van dergelijke afstand hier gerechtvaardigd. Tevens wordt deze afstand ook gehanteerd door de overheid om de politiezones te bevragen, waardoor een eenduidige vergelijking tussen analyses waarbij gebruik werd gemaakt van enkel FOD en van de combinatie van FOD- en politiedata mogelijk was.

Voor RLC werden ongevallen geselecteerd die binnen een straal van 50 m van de site gebeurden. Ook deze afstanden worden gehanteerd bij de bepaling van de prioriteitsscore, en voor de bevraging van de politiezones omtrent ongevallen. Daarom wordt dit gezien als een betrouwbare basis. De plaats van het ongeval op het kruispunt zal vooral afhangen van het type ongeval. Flankaanrijdingen vinden meestal in het centrum van het kruispunt zelf plaats, kop-staart aanrijdingen aan de rand van het kruispunt. Het blijft echter een eerder arbitraire afstand, aangezien een ongeval op 100m van het kruispunt het gevolg kan zijn van het kruispunt, terwijl een ongeval op 15m van een kruispunt een andere oorzaak kan hebben (Shin & Washington, 2007). Toch kan een afstand van 50m als voldoende worden geacht om de meeste kruispuntgerelateerde ongevallen te selecteren (Shin & Washington, 2007).

Voor de vergelijkingslocaties werden de ongevallen op eenzelfde manier geselecteerd dan de onderzoekslocaties.

4.1.2.2 Ongevallen 2009- juni 2010

Voor de ongevallen vanaf 2009 werd beroep gedaan op de lokale politiezones. Zij werden gevraagd om per site (voor de RLC) of per flitspaal (voor SNC) ongevallencijfers weer te geven omtrent het aantal ongevallen met gewonden. Zij leverden deze informatie voor de jaren 2008 tot 2010. De geleverde ongevallengegevens voor het jaar 2008 werden niet gehanteerd aangezien op het moment van de evaluatie reeds gelokaliseerde ongevallengegevens van de FOD Economie voorhanden waren. Deze werden in november 2011 ter beschikking gesteld aan IMOB. Voor de ongevallen die plaatsvonden in 2010 betroffen dit cijfers tot juni 2010. Dit wegens het feit dat de bevraging van de politiezones reeds plaatsvond in najaar van 2010. Zij werden gevraagd de ongevallen te selecteren die in een straal van 50 meter rond de RLC gebeurden en op een afstand van 500m voor en 500m na de SNC. Zoals reeds weergegeven is het niet mogelijk om de ongevallen voor 2010 op te nemen, aangezien hiervoor geen volledig jaar aan ongevallengegevens beschikbaar is voor de onderzoekslocaties. Om toch deze data van 2010 te hanteren, werd de ongevallenscore voor 2009 herberekend, door een som te nemen van de ongevallen van 2009 tot juni 2010 en deze te vermenigvuldigen met 2/3. Op die manier werden tevens mogelijke uitschieters uitgemiddeld.

Ook voor de locaties waarvoor een aanvraag tot plaatsing van een flitspaal is ingediend, werden de politiezones bevraged. Hierbij vond de bevraging plaats tijdens het najaar van 2011. Deze bevraging vond dus later plaats dan voor de onderzoekslocaties. Daardoor waren wel gegevens beschikbaar voor het volledige jaar 2010. Aangezien de bevraging van de ongevallen voor de onderzoekslocaties slechts liep tot juni 2010, en dit werd herberekend naar een score voor 2009, werden ook voor de vergelijkingsgroep ongevallen opgenomen tot 2009. Om toch de verzamelde ongevallen van 2010 op te nemen, en op die manier ook extreme resultaten uit te middelen, werden het aantal ongevallen van 2009 herberekend, door het aantal ongevallen van 2009 en 2010 op te tellen en hiervan de helft te nemen.

4.2 Enkel FODdata

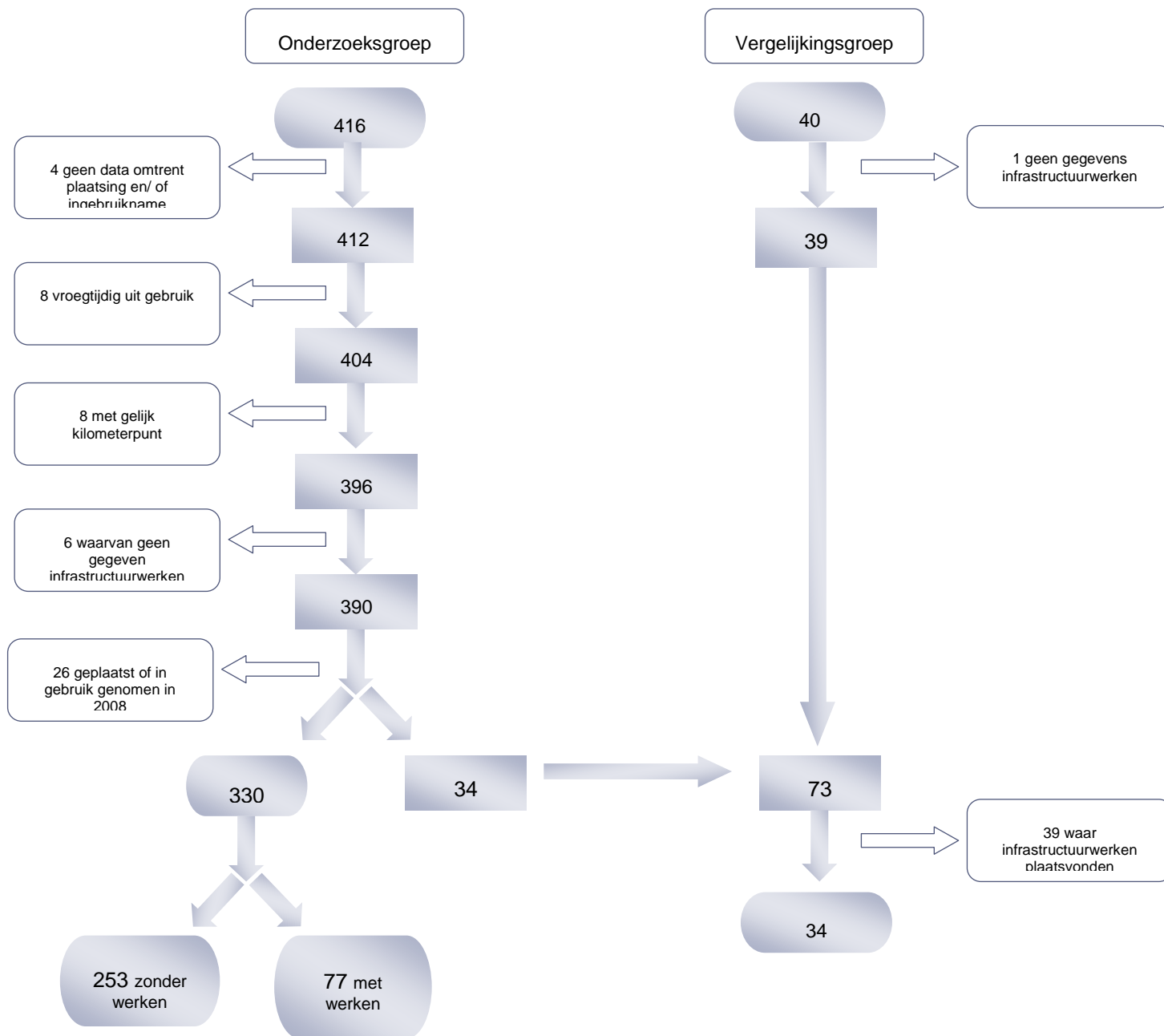
In eerste instantie wordt nader ingegaan op de analyses waarbij enkel gebruik gemaakt wordt van de FODdata. Onderstaand wordt een onderscheid gemaakt naar RLC en SNC. Hierbij wordt telkens beschreven hoe de uiteindelijke onderzoeks- en vergelijkingsgroep werd geselecteerd. Verder worden ook de kenmerken van de onderzoekslocaties en de vergelijkbaarheid van de vergelijkingsgroep weergegeven. Tenslotte worden grafieken weergegeven die het aantal ongevallen in de onderzoeks- en vergelijkingsgroep weergeven.

4.2.1 Roodlichtcamera's

4.2.1.1 Onderzoeksgroep

Figuur 4.2 geeft het stroomdiagram weer van de selectie van de onderzoeks- en vergelijkinglocaties van de RLC voor de analyses waarbij enkel gebruik werd gemaakt van de FODdata. Wat betreft het aantal onderzoekslocaties werd gestart met 416 sites. Van 4 sites waren er geen gegevens voorhanden omtrent de datum dat de paal geplaatst werd of in gebruik werd genomen. Tevens waren er 8 waarvan wel geweten was wanneer die in gebruik werden genomen, maar die volgens politiegegevens vroegtijdig uit gebruik werden genomen. Ook deze locaties konden niet geëvalueerd worden. Daarnaast waren er 8 sites waarbij eenzelfde kilometerpunt werd aangegeven. Hierbij gaat het om palen die op eenzelfde kruispunt staan. Aangezien in de analyses alle palen die op eenzelfde locatie staan als één site werden gehanteerd, werden ook deze locaties samengenomen. Daarnaast vielen er nog eens 6 weg wegens het feit dat hiervoor geen gegevens omtrent mogelijke wegenwerken werden ontvangen. Deze eliminaties leidden tot een totaal van 390 sites.

Van deze 390 waren er 26 die geplaatst en/of in gebruik genomen waren in 2008. Deze locaties kunnen niet in de onderzoeksgroep, noch in de vergelijkingsgroep opgenomen worden. Niet in de onderzoeksgroep aangezien er minstens één jaar ongevallen in de naperiode nodig is, en gelocaliseerde ongevallen slechts beschikbaar zijn tot en met 2008. Deze kunnen tevens niet opgenomen worden in de vergelijkingsgroep, aangezien 2008 nog tot de onderzoeksperiode behoort. Verder waren er 34 die geplaatst en in gebruik genomen waren na 2008, welke mede konden opgenomen worden in de vergelijkingsgroep. Wat betreft het aantal locaties dat kon opgenomen worden in de onderzoeksgroep, zijn er 330 locaties. Hier wordt nog eens een onderscheid gemaakt tussen locaties met werken en locaties zonder werken. Van de 330 locaties, waren er 253 waar geen werken plaatsvonden, of waar de voor- en naperiode zodanig kon worden geselecteerd, dat het effect van de werken werd uitgesloten. Daarnaast zijn er 77 locaties met werken. Dit zijn locaties waar werken plaatsvonden tijdens hetzelfde jaar dan de paal werd geplaatst of in gebruik genomen, of tijdens het jaar vlak voor of vlak na de plaatsing of ingebruikname van de paal. Hier was het niet mogelijk een voor- of naperiode te selecteren die losstond van deze werken, waardoor deze dan ook samen werden genomen en geïnterpreteerd (voor meer informatie, zie 4.1.1.1).



Figuur 4.2 Stroomdiagram van het aantal locaties in de onderzoeks- en vergelijkingsgroep van RLC (analyse met enkel FODdata)

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de belangrijkste kenmerken van de locaties in de onderzoeksgroep, waarbij wordt aangegeven in welke provincie deze liggen, of deze binnen of buiten de bebouwde kom liggen, de toegelaten snelheid, al of niet aanwezigheid van een middenberm, het aantal rijstroken en de wegcategorie.

Aangezien RLC op kruispunten staan zullen vaak verschillende snelheden op de kruisende wegen van toepassing zijn. Hierbij wordt de toegelaten snelheid van de hoofdweg gehanteerd. Indien het twee grote wegen betreffen, wordt de hoogste snelheid geselecteerd. Ook voor het aantal rijstroken wordt de weg genomen met het hoogste aantal. Bij een kruising van wegen met en zonder een middenberm, wordt de weg met middenberm geselecteerd.

Het grootste deel van de RLC in deze onderzoeksgroep ligt in Oost-Vlaanderen (28%), gevolgd door Vlaams-Brabant (22%). Het aantal in Antwerpen (18%); Limburg (15%) en West-Vlaanderen (17%) ligt ongeveer gelijk. Bijna 60% van de locaties ligt buiten de bebouwde kom. Wat betreft de toegelaten snelheidslimiet zijn het aantal locaties ongeveer gelijk verdeeld over de maximum snelheid van 70 km/u (35%), 90 km/u (33%) en 50 km/u (29%). Ook de al of niet aanwezigheid van een middenberm is gelijk verdeeld. Het grootste deel van de punten hebben wegen met twee rijstroken (58%), gevolgd door wegen met één rijstrook (28%).

Tabel 4.1 Kenmerken van RLCsites in de onderzoeksgroep in analyse met enkel FODdata

Kenmerk	Aantal locaties (%)
Provincie	
Antwerpen	58 (18%)
Limburg	51 (15%)
Oost-Vlaanderen	93 (28%)
Vlaams-Brabant	71 (22%)
West-Vlaanderen	57 (17%)
Bebouwde kom	
Binnen	129 (39%)
Buiten	201 (61%)
Toegelaten snelheid	
30	1 (0,3%)
50	95 (29%)
70	116 (35%)
90	109 (33%)
120	6 (2%)
niet gekend	3 (1%)
Aanwezigheid van middenberm	
aanwezig	164 (50%)
niet aanwezig	166 (50%)
Aantal rijstroken	
1 rijstrook	92 (28%)
2 rijstroken	192 (58%)
3 rijstroken	10 (3%)
4 rijstroken	5 (2%)
niet gekend	31 (9%)

Aangezien ook analyses zullen uitgevoerd worden met SNC waar werken plaatsvonden, wordt hier een overzicht gegeven van het type werk dat plaatsvond, wat interessant kan zijn naar analyses toe. Tabel 4.2 toont een overzicht van de uitgevoerde werken op de locaties waar werken werden uitgevoerd (77 locaties). Op grootste deel van de locaties werd de snelheidslimiet gewijzigd (45 locaties). Ook kregen een groot aantal kruispunten een nieuwe wegdek of slijtlaag (40 locaties). Het aantal locaties met aanpassingen in de voorzieningen voor fietser/ voetgangers en het aantal met

wijzigingen in opstelstroken of afslagstroken betroffen respectievelijk 26 en 25. Veertien kruispunten werden omgevormd naar conflictvrije verkeersregelininstallaties en op negen werden verkeerslichten geplaatst. Verschillende locaties kregen een combinatie van deze werken.

Tabel 4.2 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met RLC, voor analyses met enkel FODdata

Type aanpassing	aantal
Plaatsing verkeerslichten	9
Wijziging in opstelvakken/ afslagstroken	25
Voorzieningen voor fietsers/ voetgangers	26
Nieuw wegdek/ slijtlaag	40
Omvorming naar conflictvrije verkeerslichten	14
Wijziging snelheid	45

4.2.1.2 Vergelijkingsgroep

4.2.1.2.1 Vergelijkingsgroep 1: Locaties waarvoor flitspaal in aanvraag of waar flitspaal geplaatst is na 2008

In de vergelijkingsgroep werden enerzijds de sites opgenomen waarvoor een plaatsing in aanvraag is. Voor de roodlichtcamera's betroffen dit er 40 (zie Figuur 4.2), waarvan er één was waarvoor geen gegevens aanwezig waren omtrent de infrastructuurwerken. Anderzijds waren er 34 locaties die geplaatst en in gebruik genomen waren na 2008, welke tevens konden opgenomen worden in de vergelijkingsgroep. Dit leidde tot een totaal van 73 locaties. Van deze 73 locaties waren er 39 waar infrastructuurwerken plaatsvonden. Dit leidde tot een vergelijkingsgroep van 34 sites.

Belangrijk is dat deze vergelijkingsgroep vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep. Om dit te kunnen onderzoeken, kan de odds ratio berekend worden van het aantal ongevallen in de voorperiode (zie 3.4 voor meer informatie).

Tabel 4.3 geeft de resultaten van de odds ratios voor de vergelijkingsgroep. Hierbij werden telkens alle locaties met eenzelfde voorperiode samengenomen, waarvan dan de odds ratio werd berekend. De odds ratio berekent de jaar-tot-jaar evolutie in de onderzoeksgroep, in vergelijking met de vergelijkingsgroep (zie sectie 3.4p33 voor meer informatie). Uit de tabel is te zien dat er 109 locaties waren waar er twee jaar voorperiode kon geselecteerd worden, wat betekent dat hier in 2002 een flitspaal werd geplaatst. Daarvoor kan één odds ratio berekend worden, namelijk van de jaren 2000-2001, welke 1,04 bedroeg. Verder waren er 106 locaties die een flitspaal kregen in 2003, waarvan een odds ratio voor de jaren 2000-2001 en 2001-2002 kon berekend worden. Hetzelfde geldt voor alle volgende locaties, waarbij telkens een extra odds ratio kon berekend worden indien er een jaar bij de voorperiode bijkwam. Hiervan werd dan telkens het gemiddelde berekend, wat te zien is in de rechterkolom. De gemiddelde odds ratio over alle locaties heen bedraagt 0,99. Dit ligt heel dicht tegen 1, wat betekent dat deze vergelijkingsgroep aangaande het aantal ongevallen sterk vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep.

Tabel 4.3 Odds ratios van vergelijkingsgroep 1 met de onderzoeksgroep voor de analyses met RLC met FODdata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	Gemiddelde
2002 (109 loc)	1,04						1,04
2003 (106 loc)	1,30	1,16					1,23
2004 (42 loc)	1,18	1,07	0,82				1,02
2005	1,43	0,82	0,77	0,73			0,94

(16 loc) 2006	1,23	1,20	0,67	0,84	0,82		0,95
(23 loc) 2007	1,56	0,81	0,75	0,82	1,08	0,78	0,97
	Totaal gemiddelde: 0,99						

Naast een analyse van de vergelijkbaarheid op basis van het aantal ongevallen, is het ook interessant om een kwalitatieve vergelijking uit te voeren. Tabel 4.4 geeft de resultaten van de verhouding van het aandeel locaties in de onderzoeksgroep met een bepaald kenmerk en het aandeel locaties in de vergelijkingsgroep met dat kenmerk. Hierbij worden ook de resultaten van de Fisher's Exact Test weergegeven. Deze test duidt aan of de verschillen in proporties al of niet significant zijn. Of met andere woorden, of er significante verschillen zijn tussen de vergelijkingsgroep en de onderzoeksgroep. Wat betreft de provincie, liggen er iets meer onderzoekslocaties in Limburg, Oost-Vlaanderen en Vlaams-Brabant. Het aandeel in Antwerpen en West-Vlaanderen is iets hoger in de vergelijkingsgroep. Hierbij is enkel het verschil in Antwerpen significant. Wat betreft de bebouwde kom, liggen er iets meer locaties binnen de bebouwde kom in de vergelijkingsgroep en iets meer buiten de bebouwde kom in de onderzoeksgroep. Geen van beide verschillen is significant. Ook naar toegelaten snelheid op de kruispunten, zijn er geen significante verschillen gevonden tussen de onderzoeksgroep en vergelijkingsgroep. De onderzoeksgroep is iets meer vertegenwoordigd met kruispunten met een snelheidslimiet van 70km/u. Kruispunten met snelheden van 50, en 120km/u zijn iets meer vertegenwoordigd in de vergelijkingsgroep. Vergelijking van het aantal locaties met en zonder een middenberm, toont dat deze ongeveer gelijk zijn tussen de onderzoeks- en vergelijkingsgroep. Naar het aantal rijstroken is er een lichte oververtegenwoordiging van locaties met twee en drie rijstroken in de onderzoeksgroep, en één en vier rijstroken in de vergelijkingsgroep. Maar ook deze verschillen zijn niet significant.

Tabel 4.4 Vergelijkende analyse van de kwalitatieve kenmerken van de locaties in de onderzoeksgroep en vergelijkingsgroep 1 voor de RLC in analyse met enkel FODdata

Categorie	Verhouding aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep ¹ (significantie)
Provincie	
Antwerpen	0,33 (p<0,01)*
Limburg	5,25 (0,10)
Oost-Vlaanderen	2,40 (0,14)
Vlaams-Brabant	2,44 (0,17)
West-Vlaanderen	0,73 (0,50)
Bebouwde kom	
Binnen	0,74 (0,34)
Buiten	1,29 (0,45)
Toegelaten snelheid	
50	0,89 (0,71)
70	1,33 (0,58)
90	0,94 (0,86)
120	0,31 (0,18)
Aanwezigheid van middenberm	
aanwezig	0,94 (0,88)
niet aanwezig	1,07 (0,88)

¹ Indien de verhouding groter is dan 1: dan liggen er een hoger aantal locaties in de onderzoeksgroep in vergelijking met de vergelijkingsgroep. Indien de verhouding kleiner is dan 1: dan liggen er een hoger aantal locaties in de vergelijkingsgroep in vergelijking met de onderzoeksgroep (zie 3.4 p33, voor formule).

	Aantal rijstroken
1	0,79 (0,58)
2	1,16 (0,76)
3	1,03 (1,00)
4	0,26 (0,14)

* significant ($p \leq 0,05$)

4.2.1.2.2 Vergelijkingsgroep 2: Alle ongevallen in Vlaanderen

Naast de boven beschreven vergelijkingsgroep, zal ook een tweede vergelijkingsgroep worden gehanteerd, namelijk alle ongevallen in Vlaanderen. Deze vergelijkingsgroep wordt gebruikt als extra controle en indien vergelijkingsgroep 1 niet voldoende blijkt. Vergelijkingsgroep 1 bestaat immers slechts uit 34 locaties. Bij de selectie van ernstige ongevallen, zou dit aantal onvoldoende kunnen zijn. Daarom dat ook alle ongevallen in Vlaanderen worden gehanteerd als vergelijkingsgroep. Deze vergelijkingsgroep zal worden gebruikt om te controleren voor de trend.

Tabel 4.5 geeft de resultaten weer van de odds ratios van vergelijkingsgroep 2 en de onderzoeksgroep. Ook hier is te zien dat de vergelijkingsgroep goed vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep.

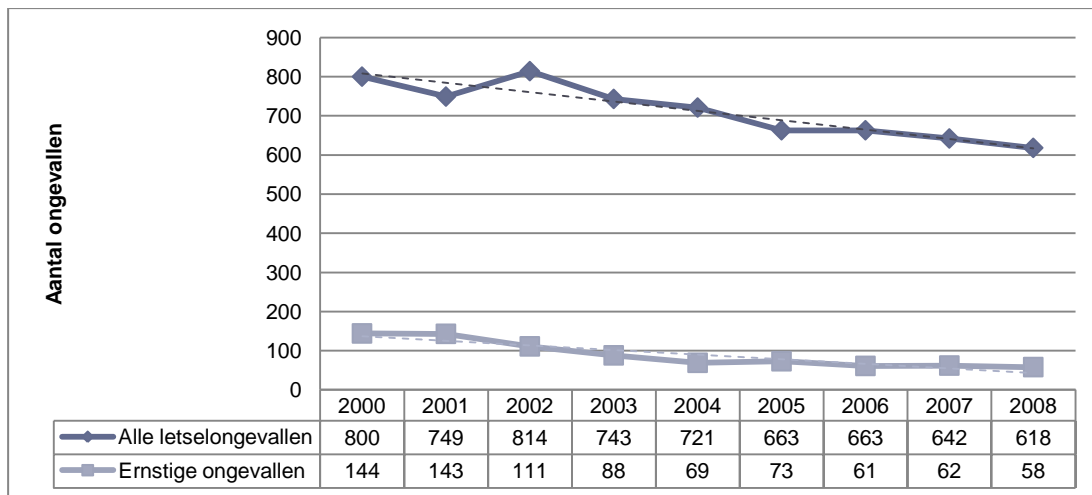
Tabel 4.5 Odds ratios van vergelijkingsgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses met RLC met FODdata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	Gemiddelde
2002	0,85						0,85
2003	1,06	1,30					1,18
2004	0,96	1,19	0,84				0,99
2005	1,16	0,91	0,78	0,90			0,94
2006	1,00	1,34	0,68	1,03	0,92		0,99
2007	1,26	0,90	0,77	1,01	1,22	0,81	1,00
Totaal gemiddelde: 0,99							

4.2.1.3 Selectie van ongevallen

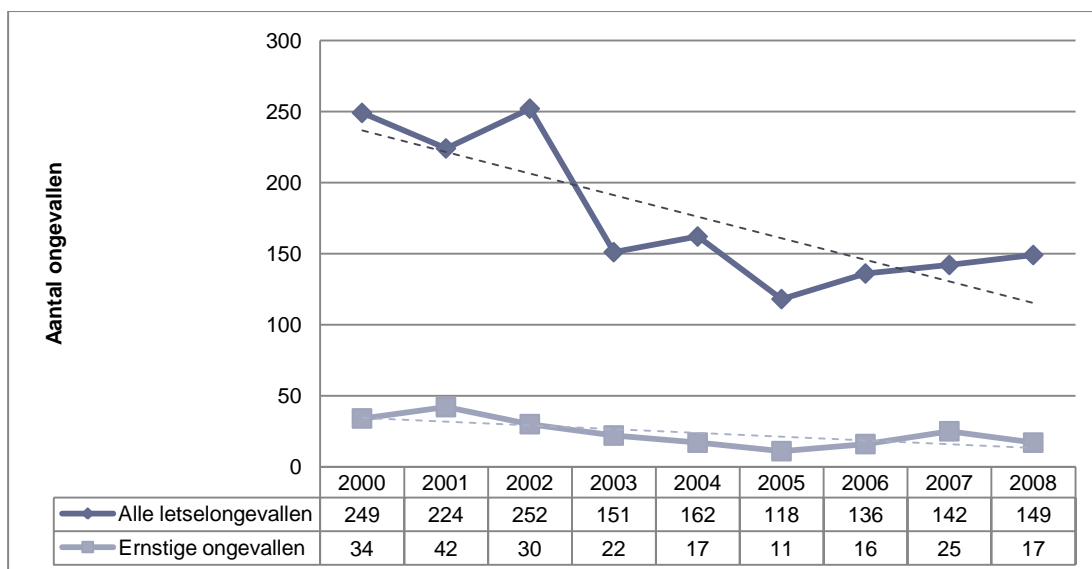
Om een goed zicht te krijgen op het aantal ongevallen in de onderzoeks- en vergelijkingsgroep, geven figuren Figuur 4.3 tot Figuur 4.6 aan hoeveel letselongevallen en hoeveel ernstige ongevallen er ieder jaar van de onderzoeksperiode gebeurden op de onderzoekslocaties en de vergelijkingslocaties. Voor de onderzoekslocaties wordt een onderscheid gemaakt tussen locaties waar geen werken plaatsvonden en locaties waar wel werken plaatsvonden. Voor de vergelijkingslocaties wordt enerzijds het aantal ongevallen in vergelijkingsgroep 1 weergegeven, dat bestaat uit locaties waarvoor de plaatsing van een flitspaal is ingediend of waar de paal pas na 2008 geplaatst is. Anderzijds wordt ook het ongevallenverloop voor vergelijkingsgroep 2, bestaande uit alle ongevallen in Vlaanderen, gegeven.

Figuur 4.3 toont het aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep zonder werken, welke 253 locaties omvat. Hierbij is duidelijk te zien dat het aantal ongevallen overheen de onderzoeksperiode daalde.



Figuur 4.3 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC zonder werken voor de analyses met enkel FODdata

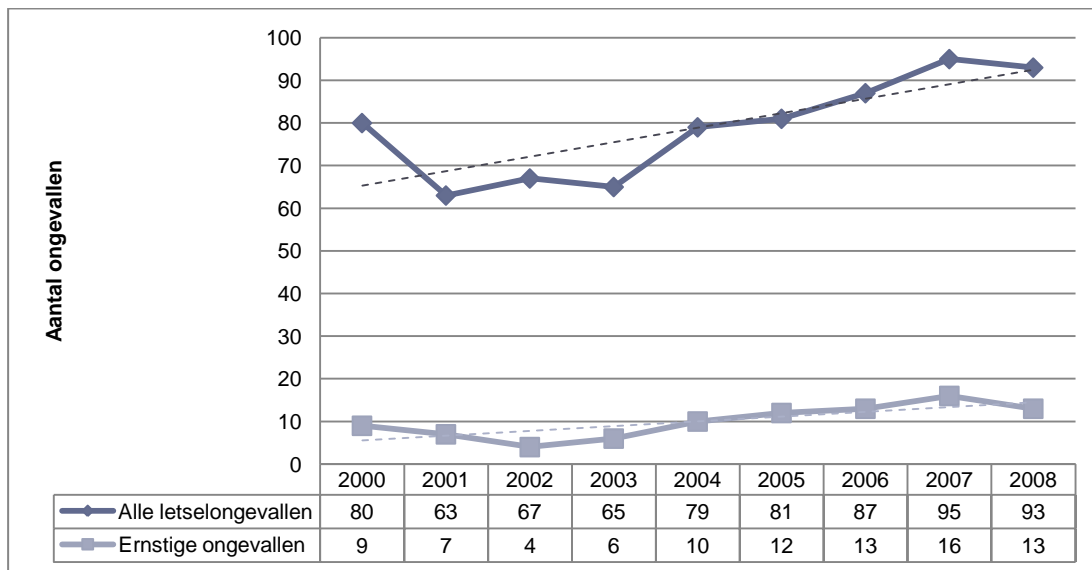
De locaties met werken (Figuur 4.4), vertonen een meer grillig verloop. Toch kan ook hier een duidelijke daling vastgesteld worden in alle letselongevallen. Het aantal ernstige ongevallen vertoont eveneens een daling overheen de onderzoeksperiode.



Figuur 4.4 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC met werken voor de analyses met enkel FODdata

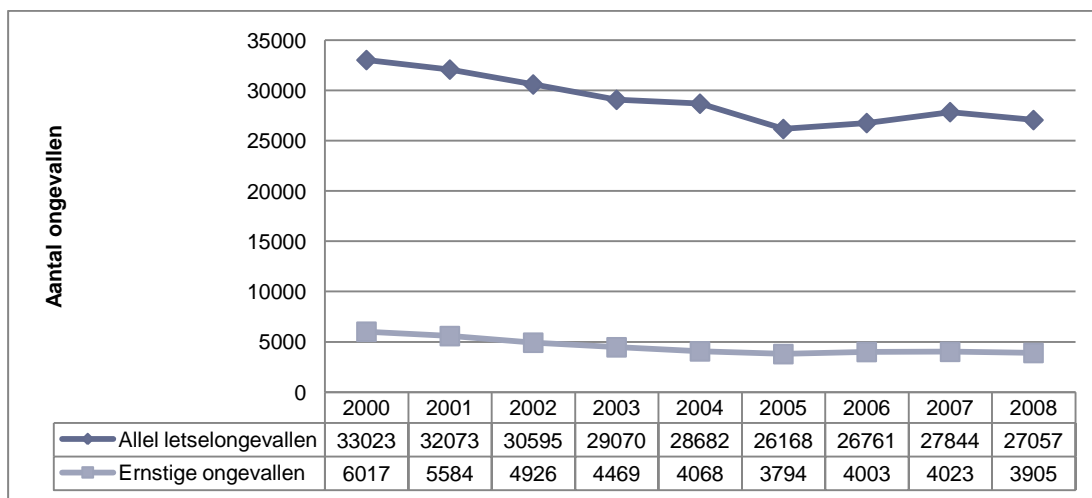
Figuur 4.5 geeft het aantal ongevallen in vergelijkingsgroep 1. Hier is te zien dat vanaf 2003 een stijging in het aantal ongevallen wordt waargenomen. Dit is een opmerkelijke vaststelling, aangezien op de meeste locaties in Vlaanderen, het aantal ongevallen daalt. Een mogelijke verklaring voor de stijging is van tweeërlei aard. Enerzijds kan dit verklaard worden door het feit dat de vergelijkingsgroep slechts een beperkt aantal (34) locaties omvat. Tevens werd bij de selectie van de ongevallen rond een kruispunt, een straal van 50m gehanteerd, wat ertoe leidt dat het totale aantal ongevallen beperkt blijft. Dit is vooral te zien in het aantal ernstige ongevallen. Anderzijds is het ook zo, dat dit locaties betreffen waar eveneens een probleem is vastgesteld. Er is namelijk een aanvraag tot plaatsing van flitspaal aangevraagd, of deze is reeds geplaatst na 2008. Eén van de belangrijkste indicatoren waardoor een flitspaal wordt aangevraagd is het hoge ongevallenaantal op een bepaalde plaats. Ook dit fenomeen kan een verklaring bieden voor de stijging in het aantal ongevallen. Hoewel de vergelijkingsgroep vergelijkbaar bleek te zijn met de onderzoeksgroep voor de jaren 2000-2004, blijkt deze niet geheel als representatief beschouwd te kunnen worden voor de periode na 2004. Gevolg hiervan is, dat met omzichtigheid zal dienen omgesprongen te worden met deze

vergelijkingsgroep, en dat als controle zeker gebruik dient gemaakt te worden van vergeljkingsgroep 2.



Figuur 4.5 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in vergeljkingsgroep 1 voor de analyses met RLC, waarbij enkel gebruik gemaakt wordt van de FODdata

Vergeljkingsgroep 2, bestaande uit alle ongevallen in Vlaanderen, toont overheen de jaren een algemene daling in het aantal ongevallen, zowel voor alle letselongevallen, als voor de ernstige ongevallen (Figuur 4.6).



Figuur 4.6 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in vergeljkingsgroep 2 (de algemene ongevallentrend in Vlaanderen)

4.2.2 Snelheidscamera's

4.2.2.1 Onderzoeksgroep

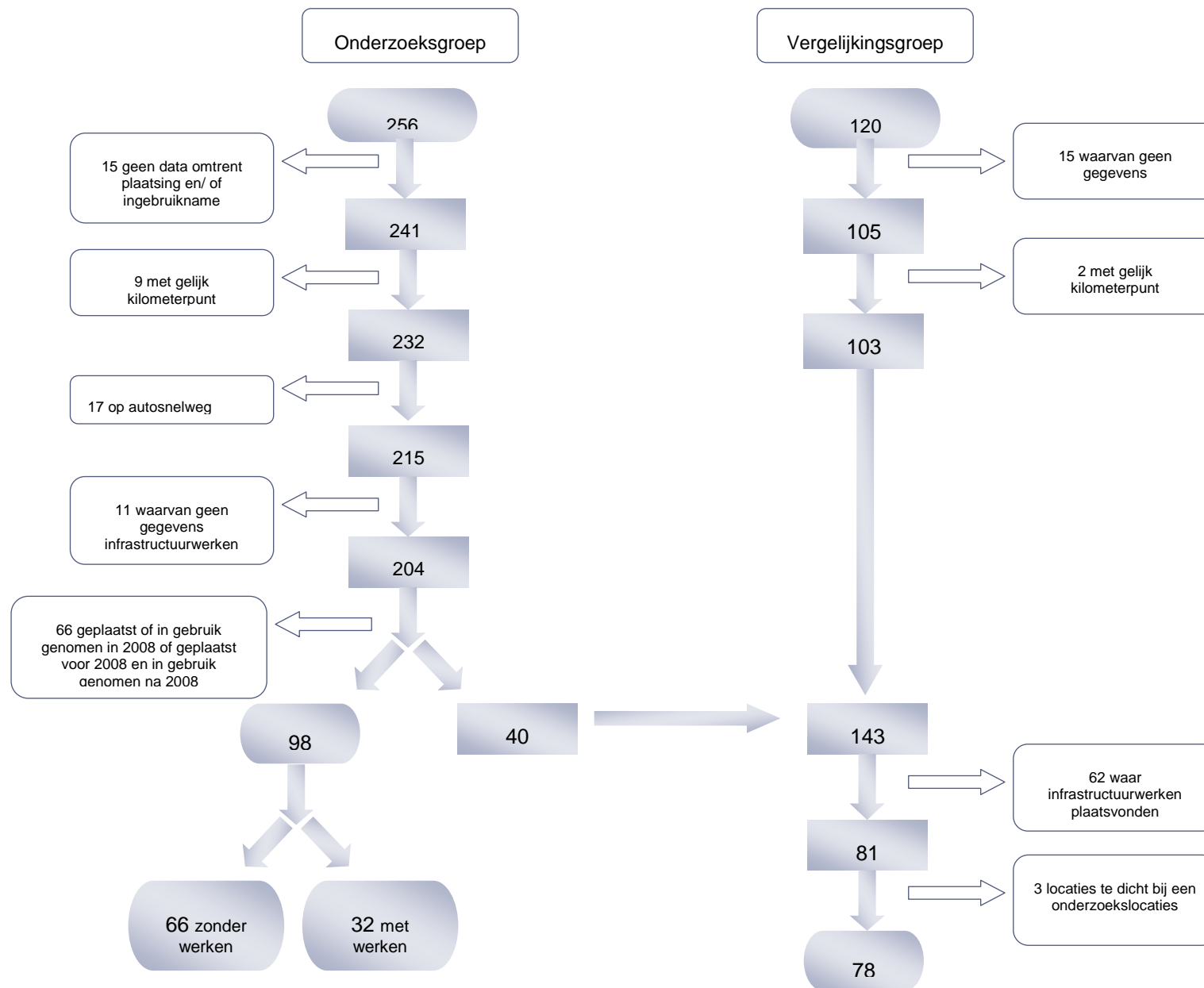
Figuur 4.7 toont het stroomdiagram van de selectie van de onderzoeks- en vergeljkingsgroep voor de analyses met de SNC, waarbij enkel gebruik werd gemaakt van de FODdata. Hierbij werd gestart met 256 flietspalen. Van deze zijn er 15 waarvan de data van plaatsing en/of ingebruikname niet gekend is. Vervolgens zijn er 9 flietspalen die eenzelfde kilometerpunt hebben, waarvan de locaties werden samengenomen. Aangezien in dit onderzoek enkel flietspalen op gewestwegen worden opgenomen, worden de camera's op de autosnelweg niet opgenomen. In de originele dataset waren er 17 die op

de autosnelwegen bleken te liggen. Van 11 locaties zijn er geen gegevens omtrent de infrastructuurwerken gekend. Dit leidde uiteindelijk tot 204 locaties. Van deze 204 locaties vielen er 66 weg, aangezien zij geplaatst en/ of in gebruik genomen waren in 2008 of geplaatst waren voor 2008 en pas in gebruik werden genomen na 2008. Verder werden er 40 die pas geplaatst en/of in gebruik genomen werden na 2008, opgenomen in de vergelijkingsgroep. Daarnaast werden er 98 sites geplaatst en in gebruik genomen voor 2008, welke werden opgenomen in de onderzoeksgroep. Van deze 98 locaties waren er 66 waar geen werken plaatsvonden en 32 waar tijdens de periode van plaatsing en ingebruikname wel werken plaatsvonden.

Tabel 4.6 geeft een overzicht van de kenmerken van de onderzoekslocaties. Dit toont dat het grootste deel van de SNC gelegen is in Antwerpen (34%), gevolgd door Vlaams-Brabant (19%), West-Vlaanderen (18%) en Limburg (16%). Het laagste aantal is te vinden in Oost-Vlaanderen (12%). Zesenzestig procent van de locaties ligt buiten de bebouwde kom. Het grootste deel van de locaties heeft een snelheidslimiet van 70 km/u (52%), gevolgd door 50km/u (30%). Een beperkt aantal locaties hebben een snelheidslimiet van 90km/u (11%) en 30 km/u (6%). Op de meeste locaties (81%) is geen middenberm aanwezig. Ook hebben de meeste wegvakken met een flitspaal slechts 1 rijstrook (51%) gevolgd door 2 rijstroken (32%).

Tabel 4.6 Kenmerken van SNC in onderzoeksgroep in analyse met enkel FODdata

Kenmerken	Aantal locaties (%)
Provincie	
Antwerpen	33 (34%)
Limburg	16 (16%)
Oost-Vlaanderen	12 (12%)
Vlaams-Brabant	19 (19%)
West-Vlaanderen	18 (18%)
Bebouwde kom	
Binnen	33 (34%)
Buiten	65 (66%)
Toegelaten snelheid	
30	6 (6%)
50	29 (30%)
70	51 (52%)
90	11 (11%)
niet gekend	1 (1%)
Aanwezigheid van middenberm	
aanwezig	19 (19%)
niet aanwezig	79 (81%)
Aantal rijstroken	
1 rijstrook	50 (51%)
2 rijstroken	31 (32%)
3 rijstroken	2 (2%)
niet gekend	15 (15%)



Figuur 4.7 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijingsgroep van SNC voor de analyse met enkel FODdata

Tabel 4.7 toont een overzicht van de werken die zijn uitgevoerd op de SNC met werken (32 locaties). Op het grootste deel van de wegvakken werd een wijziging in snelheidslimiet doorgevoerd. Daarnaast werden op negen locaties een nieuw wegdek of slijtlaag aangebracht, zes wegvakken kregen voorzieningen voor fietsers of voetgangers, vier hadden belangrijke wijzigingen aan kruispunten en één kreeg een wijziging in het aantal rijstroken.

Tabel 4.7 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met SNC, voor analyses met enkel FODdata

Type aanpassing	aantal
Wijziging in aantal rijstroken	1
Belangrijke wijzigingen aan kruispunten	4
Voorzieningen voor fietsers/ voetgangers	6
Nieuw wegdek/ slijtlaag	9
Wijziging snelheid	23

4.2.2.2 Vergelijkingsgroep

4.2.2.2.1 Vergelijkingsgroep 1: Locaties waarvoor flitspaal in aanvraag of waar paal geplaatst is na 2008

Voor de SNC waren er 120 locaties in aanvraag, waarvan geen gegevens omtrent infrastructuurwerken werd ontvangen van 15 flitspalen en er daarnaast nog 2 een gelijk kilometerpunt hadden. Dit bracht het aantal tot 103 flitspalen in aanvraag waar er 40 bijkwamen waar een SNC na 2008 geplaatst en in gebruik genomen werd. Hiervan waren er 62 waar werken werden uitgevoerd gedurende de onderzoeksperiode. Tenslotte waren er nog 3 locaties die te dicht lagen tegen een onderzoekslocatie, waardoor ook deze werden verwijderd. De uiteindelijke vergelijkingsgroep telde 78 flitspalen.

Ook voor deze vergelijkingsgroep werd geanalyseerd of deze al of niet vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep. Tabel 4.8 geeft de odds ratios weer van de locaties met minstens 2 jaar voorperiode en meer. Hierbij is te zien dat de gemiddelden van de odds ratios per groep van locaties met eenzelfde voorperiode, steeds goed aansluit bij 1. Enkele berekeningen konden niet uitgevoerd worden, wegens het feit dat in één van de jaartallen het aantal 0 was, waardoor niet kan gedeeld worden. Dit is het geval voor locaties met een voorperiode van 5 jaar, welke dan ook slechts 2 locaties omvatten. Het totale gemiddelde overheen alle locaties is 1,01, waaruit kan geconcludeerd worden dat vergelijkingsgroep 1 goed vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep voor het aantal ongevallen in de voorperiode.

Tabel 4.8 Odds ratios van vergelijkingsgroep 1 met de onderzoeksgroep voor de analyses met SNC met FODdata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	Gemiddelde
2002 (17 loc)	0,92						0,92
2003 (30 loc)	1,01	0,68					0,84
2004 (15 loc)	0,83	0,57	1,67				1,02
2005 (2 loc)	0,13	2,89	0	Niet berekendbaar			
2006 (10 loc)	0,80	0,86	1,28	1,31	0,80		1,01
2007 (11 loc)	0,75	1,25	1,45	1,04	0,95	1,08	1,09
Totaal gemiddelde: 1,01							

Naast de vergelijking van de kwantitatieve kenmerken, is het ook interessant de kwalitatieve kenmerken van de locaties te vergelijken. Dit resultaat wordt weergegeven in Tabel 4.9, waarbij de verhouding van het aantal locaties met een bepaald kenmerk in de onderzoeksgroep wordt

vergeleken met de verhouding van dat kenmerk in de vergelijkingsgroep. Tevens wordt aangegeven of dit verschil al of niet significant is. Over het algemeen blijkt de vergelijkingsgroep goed vergelijkbaar te zijn met de onderzoeksgroep. Slechts één verschil is significant, namelijk de locaties met twee rijstroken. Wat betreft de provincies zijn er iets meer locaties in Limburg en Vlaams-Brabant in de onderzoeksgroep in vergelijking met de vergelijkingsgroep. Het aandeel in Antwerpen, Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen is dan weer hoger in de vergelijkingsgroep. Maar deze resultaten zijn niet significant verschillend. Wat betreft de verdeling binnen en buiten de bebouwde kom, is deze verhouding zo goed als dezelfde in de onderzoeksgroep en de vergelijkingsgroep. Naar toegelaten snelheid zijn er iets meer locaties met een limiet van 70 km/u in de onderzoeksgroep. Terwijl de locaties met een limiet van 50 en 90km/u iets lager liggen in de onderzoeksgroep. In de onderzoeksgroep zijn iets meer locaties met een middenberm dan in de vergelijkingsgroep, maar is het aandeel zonder middenberm wel iets lager. Wat betreft het aantal rijstroken is de onderzoeksgroep lager vertegenwoordigd in het aantal locaties met één rijstrook en hoger vertegenwoordigd voor de locaties met twee of drie rijstroken. Enkel het verschil in het aantal met twee rijstroken is significant.

Tabel 4.9 Vergelijkende analyse van de kwalitatieve kenmerken van de locaties in de onderzoeksgroep en vergelijkingsgroep 1 voor de SNC in analyse met enkel FODdata

Categorie	Verhouding aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep (significantie)
Provincie	
Antwerpen	0,82 (0,56)
Limburg	1,41 (0,52)
Oost-Vlaanderen	0,87 (0,83)
Vlaams-Brabant	1,89 (0,21)
West-Vlaanderen	0,80 (0,58)
Bebouwde kom	
Binnen	1,01 (1,00)
Buiten	0,99 (1,00)
Toegelaten snelheid	
50	0,89 (0,76)
70	1,27 (0,42)
90	0,55 (0,15)
Aanwezigheid van middenberm	
aanwezig	1,89 (0,21)
niet aanwezig	0,90 (0,66)
Aantal rijstroken	
1	0,75 (0,27)
2	3,08 (p<0,01)*
3	1,59 (1,00)

* significant ($p \leq 0,05$)

4.2.2.2 Vergelijkingsgroep 2: Alle ongevallen in Vlaanderen

Ook voor vergelijkingsgroep 2, zijnde alle ongevallen in Vlaanderen werden odds ratios berekend. Ook hier worden odds ratios gevonden die dicht tegen 1 liggen, met een totaal gemiddelde van 1,04, waaruit kan besloten worden dat ook vergelijkingsgroep 2 vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep.

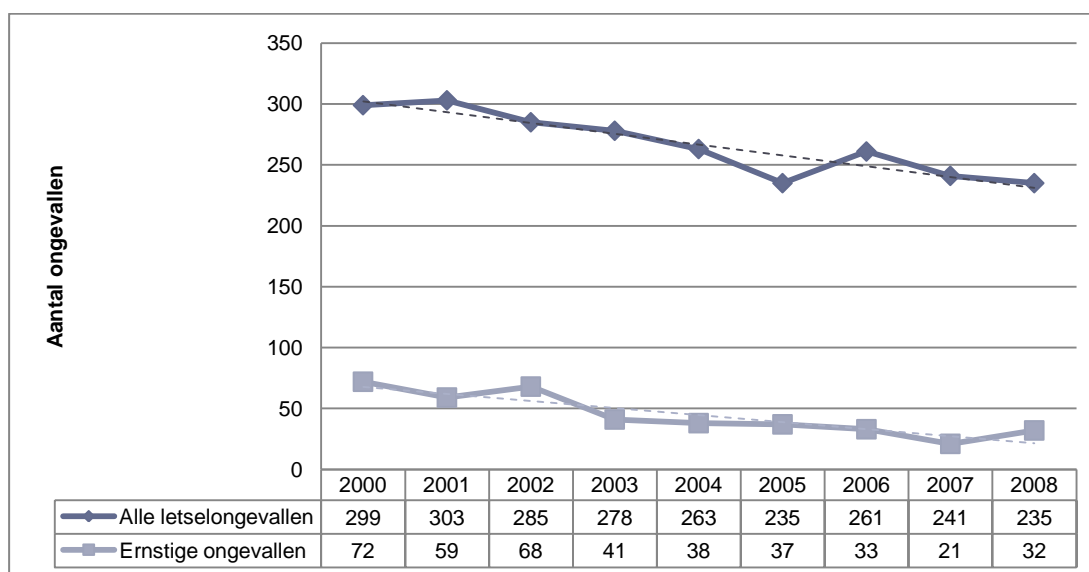
Tabel 4.10 Odds ratios van vergelijkingsgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses met SNC met FODdata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	Gemiddelde
2 jaar (17 loc)	0,94						1,07
3 jaar (30 loc)	1,03	0,99					1,01
4 jaar (15 loc)	0,85	0,82	1,19				0,95
5 jaar (2 loc)	0,13	4,19	Niet berekenbaar	Niet berekenbaar			
6 jaar (10 loc)	0,82	1,25	0,91	1,33	0,84		1,03
7 jaar (11 loc)	0,77	1,82	1,03	1,05	0,99	1,10	1,13
Totaal gemiddelde: 1,04							

4.2.2.3 Selectie van ongevallen

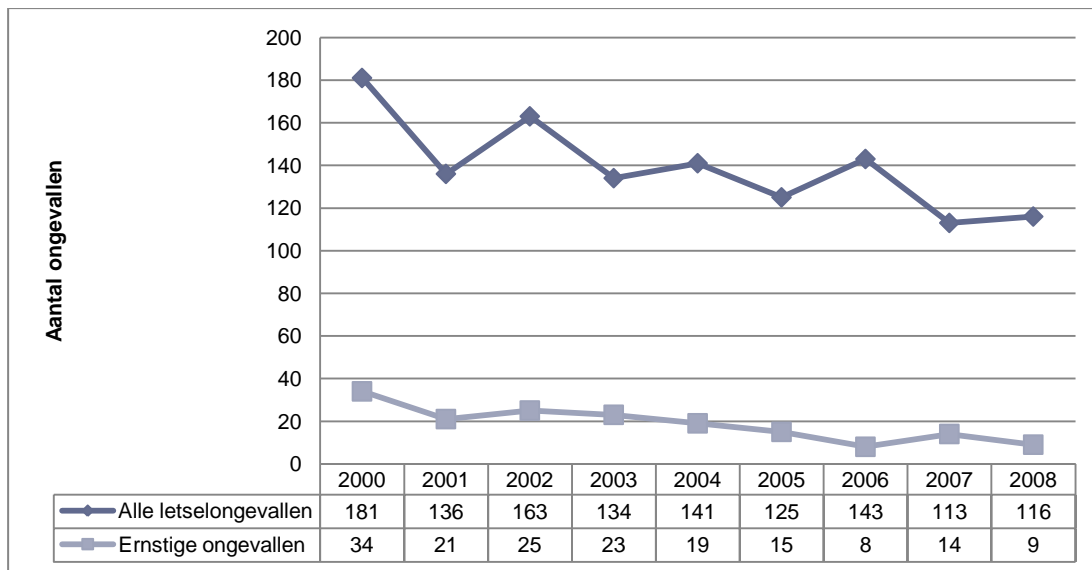
Om een goed zicht te krijgen op het aantal ongevallen in de onderzoeks- en vergelijkingsgroep, geven figuren Figuur 4.8 tot Figuur 4.10 het aantal letselongevallen en het aantal ernstige ongevallen voor de onderzoeksgroep met en zonder werken en voor vergelijkingsgroep 1.

Figuur 4.8 geeft het aantal ongevallen voor de SNC zonder werken, welke 66 locaties omvat. Hier is een duidelijke daling te zien in het aantal ongevallen, zowel voor alle letselongevallen als voor de ernstige ongevallen.



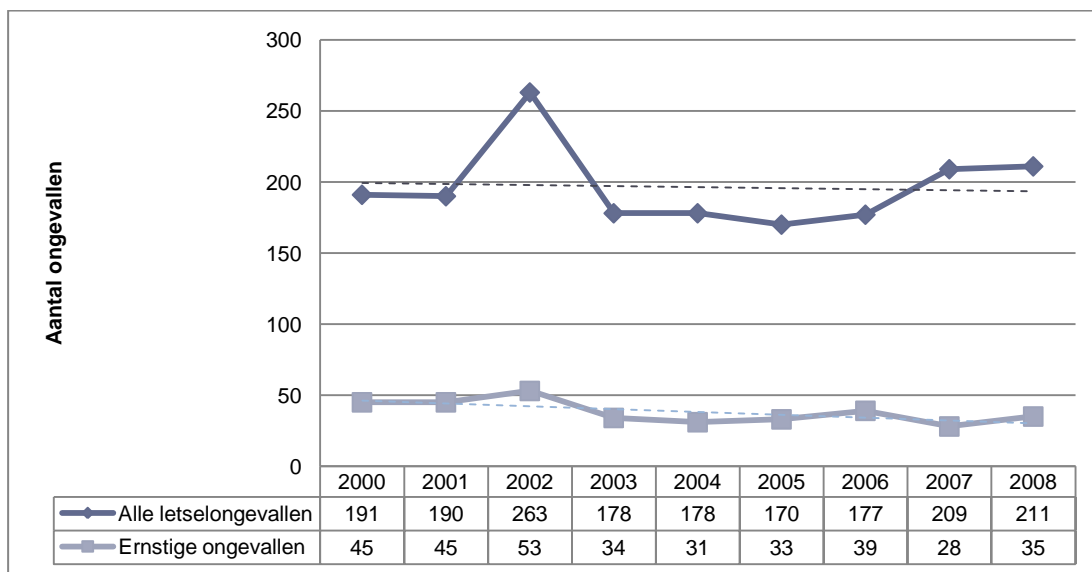
Figuur 4.8 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen voor de SNC zonder werken

Figuur 4.9 geeft het verloop van de ongevallen in de onderzoeksgroep met werken (32 locaties). Ook hier is een daling te zien in het aantal ongevallen. Wel fluctueert het aantal sterk voor het totale ongevallenaantal.



Figuur 4.9 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen voor de SNC met werken

Figuur 4.10 met het aantal ongevallen in vergelijkingsgroep 1, toont een plotse stijging van het aantal ongevallen in 2002. Daarna lijkt het aantal ongevallen terug licht te dalen, tot in 2006 terug een stijging wordt vastgesteld. De trendlijn toont een licht dalende trend, die slechts heel beperkt is. Het aantal ernstige ongevallen vertoont dergelijke uitschieters niet en toont algemeen een dalende trend.



Figuur 4.10 Aantal letselongevallen en ernstige ongevallen in de vergelijkingsgroep 1 voor de analyses met SNC, waarbij enkel gebruik gemaakt wordt van de FODdata

4.3 Combinatie FODdata en politiedata

Naast de analyses met FODdata alleen, wordt ook de combinatie van de FOD- en politiedata gehanteerd. De gelocaliseerde ongevallendata van de FOD Economie zijn beschikbaar tot en met 2008. Deze werden aangevuld met data verkregen van de lokale politiezones voor 2009. Zoals reeds weergegeven aan het begin van dit hoofdstuk, wordt de onderzoeksperiode met een jaar verlengd, waardoor deze loopt van 2000 tot en met 2009. Hierdoor kunnen flitspalen geplaatst tot en met 2008 opgenomen worden in de onderzoeksgroep.

Het voordeel van het hanteren van de combinatie van FODdata en politiedata is dat een extra jaar aan data wordt bekomen, waardoor ook meer flitspalen in de onderzoeksgroep kunnen worden

opgenomen. Hierbij dient er wel extra aandacht te zijn voor de mogelijke discrepantie tussen beide methoden ter verzameling van data.

4.3.1 Roodlichtcamera's

4.3.1.1 Onderzoekslocaties

Bij het hanteren van de combinatie van FODdata met de politiedata zijn er enkele verschillen in de selectie van de site, in vergelijking met het hanteren van enkel de FODdata. Zo zullen hier nog extra locaties wegvallen wegens niet ontvangen van ongevalgegevens van de politie. Tevens loopt de onderzoeksperiode tot en met 2009. Dit betekent dat elke locatie die geplaatst en in gebruik genomen is tot en met 2008 kon geëvalueerd worden. De eerste selectiereeks is gelijkaardig dan bij de analyses met enkel de FODdata (zie 4.2.1). Vier locaties vallen weg wegens geen gegevens omtrent data plaatsing en/of ingebruikname, 8 die vroegtijdig uit gebruik werden gehaald, 8 met een gelijk kilometerpunt en 6 waarvan geen gegevens aangaande uitgevoerde infrastructuurwerken werden ontvangen. Dit leidde tot 390 sites.

Van deze sites waren er 30 geplaatst en /of in gebruik genomen in 2009, waardoor deze niet konden opgenomen worden in de onderzoeksgroep, noch in de vergelijkingsgroep. Verder werden er 9 locaties geplaatst in 2010 of 2011, welke werden opgenomen in de vergelijkingsgroep. In de onderzoeksgroep werden de locaties opgenomen waar een RLC werd geplaatst voor 2009, welke 351 locaties omvattend. Van deze 351 sites waren er 74 waarvan geen ongevalgegevens werden ontvangen door de politiezones, waardoor deze ook niet konden geëvalueerd worden. Dit leidde uiteindelijk tot een selectie van 277 locaties in de onderzoeksgroep. Van deze 277 waren er 218 waar geen werken plaatsvonden tijdens de plaatsing of ingebruikname van de paal. Op 59 vonden er wel werken plaats.

Tabel 4.11 toont de belangrijkste kenmerken van deze onderzoekslocaties. Van de 277 sites, ligt het grootste deel in Oost-Vlaanderen (33%), gevolgd door West-Vlaanderen (20%) en Limburg (19%). Het laagste deel ligt in Antwerpen (13%) en Vlaams-Brabant (16%). Verder is het grootste deel van de locaties gelegen buiten de bebouwde kom (70%). Iets meer kruispunten hebben een maximum snelheidslimiet van 90 km/u (38%) dan 70 km/u (35%). Ongeveer een vierde heeft een snelheidslimiet van 50 km/u (24%). Verder is de al of niet aanwezigheid van een middenberm bijna gelijk verdeeld, met iets meer sites zonder middenberm (56%). Verder hebben de meeste sites 2 rijstroken (57%) gevolgd door 1 rijstrook (31%).

Tabel 4.11 Kenmerken van RLCsites in onderzoeksgroep in de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van een combinatie van FODdata en politiedata

Kenmerken	Aantal locaties (%)
Provincie	
Antwerpen	36 (13%)
Limburg	53 (19%)
Oost-Vlaanderen	91 (33%)
Vlaams-Brabant	44 (16%)
West-Vlaanderen	53 (20%)
Bebouwde kom	
Binnen	82 (30%)
Buiten	195 (70%)
Toegelaten snelheid	
50	67 (24%)
70	97 (35%)
90	106 (38%)
120	4 (1%)
niet gekend	3 (1%)
Aanwezigheid van middenberm	

aanwezig	122 (44%)
niet aanwezig	155 (56%)

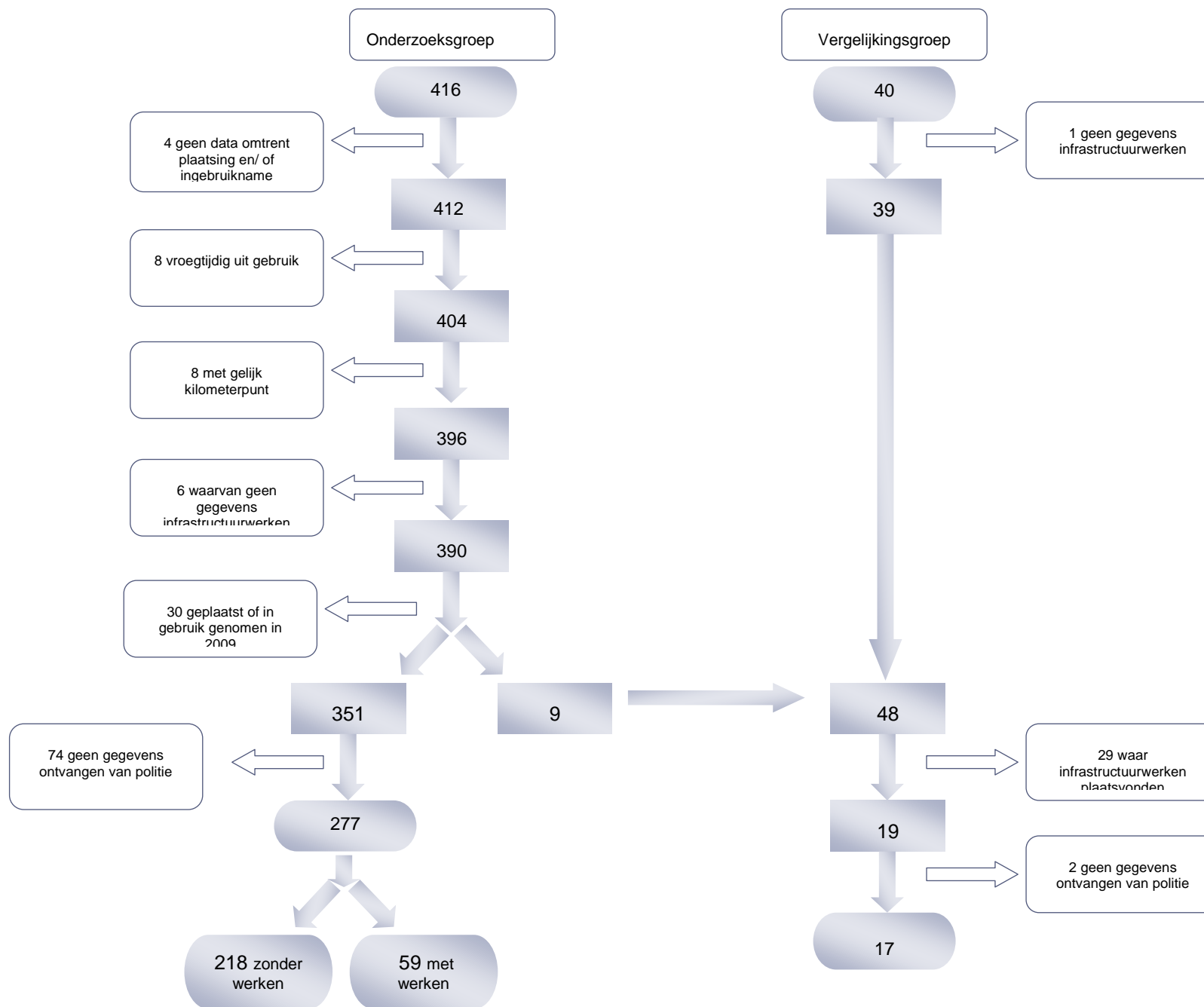
Aantal rijstroken

1 rijstrook	85 (31%)
2 rijstroken	159 (57%)
3 rijstroken	4 (1%)
4 rijstroken	3 (1%)
niet gekend	26 (9%)

Tabel 4.12 toont een overzicht van de uitgevoerde werken in de groep 'RLC met werken', bestaande uit 59 locaties. Hier werden vooral een nieuw wegdek of slijtlaag aangebracht (37 locaties), en wijzigingen in voorzieningen voor fietsers of voetgangers uitgevoerd (30 locaties). Ook kregen 28 kruispunten een wijziging in opstelvakken of afslagstroken. Een wijziging in snelheidslimiet werd doorgevoerd op 25 wegvakken. Zestien wegvakken werden omgevormd naar conflictvrije kruispunten en op negen werden er verkeerslichten geplaatst.

Tabel 4.12 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met RLC, voor analyses met FODdata en politiedata

Type aanpassing	aantal
Plaatsing verkeerslichten	9
Wijziging in opstelvakken/ afslagstroken	28
Voorzieningen voor fietsers/ voetgangers	30
Nieuw wegdek/ slijtlaag	37
Omvorming naar conflictvrije verkeerslichten	16
Wijziging snelheid	25



Figuur 4.11 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep van RLC voor de analyse met de combinatie van FODdata en politiedata

4.3.1.2 Vergelijkingslocaties

4.3.1.2.1 Vergelijkingsgroep 1: Locaties waarvoor flitspaal in aanvraag of waar paal geplaatst is na 2009

Wat betreft de vergelijkingslocaties, zijn er 40 locaties waarvoor er een aanvraag tot plaatsing van een roodlichtcamera is ingediend. Van deze 40 locaties is er één locatie waarvoor geen gegevens omtrent de infrastructuurwerken zijn ontvangen. Bij deze 39 komen er nog 9 locaties, waar een flitspaal geplaatst en in gebruik genomen is in 2010 of 2011. Op die 48 locaties waren er 29 waar werken plaatsvonden. Deze kunnen niet opgenomen worden, aangezien deze geen zuivere vergelijkingslocaties meer vormen. Verder waren er nog 2 waarvoor geen gegevens ontvangen werden van de politie. Dit leidde uiteindelijk tot een vergelijkingsgroep van 17 locaties.

Deze vergelijkingsgroep is echter te klein om deze te kunnen hanteren ter controle van RTM en trend. Er is namelijk een minimum aantal van 150 ongevallen in de voor- en de naperiode noodzakelijk om te kunnen spreken van een betrouwbare vergelijkingsgroep (Hauer, 1997). Zoals uit Figuur 4.12 blijkt (zie verder, p59), omvat de vergelijkingsgroep een gemiddeld aantal ongevallen van 30 per jaar. Dit is te weinig en daarom zal in de analyses met de combinatie van de FOD- en politiedata, geen gebruik gemaakt worden van vergelijkingsgroep 1. Er wordt hier dan ook niet verder ingegaan op de vergelijkbaarheid van deze vergelijkingsgroep.

4.3.1.2.2 Vergelijkingsgroep 2: Alle ongevallen in Vlaanderen

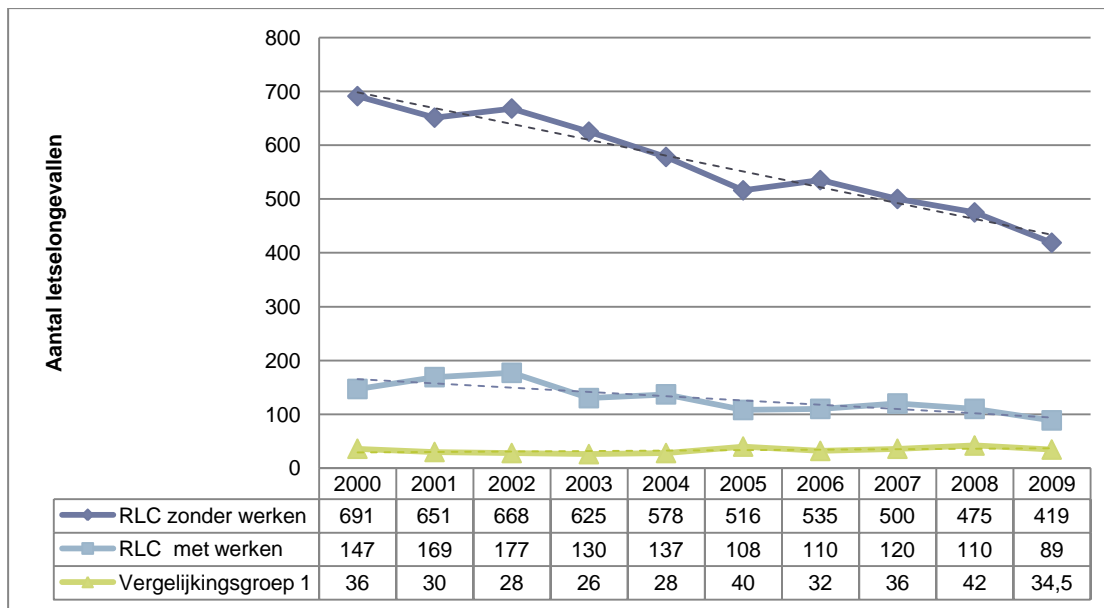
Ter controle van trend zal gebruik gemaakt worden van vergelijkingsgroep 2. Om na te gaan of dit een goede vergelijkingsgroep betreft, wordt telkens voor de voorperiode de odds ratio berekend. Tabel 4.13 toont dat deze vergelijkingsgroep, met een totale odds ratio van 1,03, goed vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep.

Tabel 4.13 Odds ratios van vergelijkingsgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses van RLC met een combinatie van FODdata en politiedata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	Gemiddelde
2002 (82 loc)	0,90							0,90
2003 (86 loc)	1,10	1,16						1,13
2004 (35 loc)	0,98	1,21	0,83					1,01
2005 (13 loc)	1,01	1,02	0,80	0,82				0,91
2006 (24 loc)	1,00	1,35	0,68	1,03	0,92			1,00
2007 (17 loc)	1,37	0,90	0,74	1,15	1,26	0,80		1,04
2008 (3 loc)	0,82	1,83	1,20	0,51	2,47	0,87	1,08	1,25
Totaal gemiddelde: 1,03								

4.3.1.3 Selectie van ongevallen

Figuur 4.12 toont het aantal ongevallen per jaar van de RLC zonder en met werken. Voor beide onderzoeksgroepen is duidelijk een daling te zien in het aantal ongevallen. Ook wordt in de figuur het ongevallenaantal van vergelijkingsgroep 1 weergegeven. Hier is duidelijk te zien dat deze vergelijkingsgroep een heel laag aantal ongevallen omvat, dat niet voldoende is om deze groep te kunnen opnemen als vergelijkingsgroep.

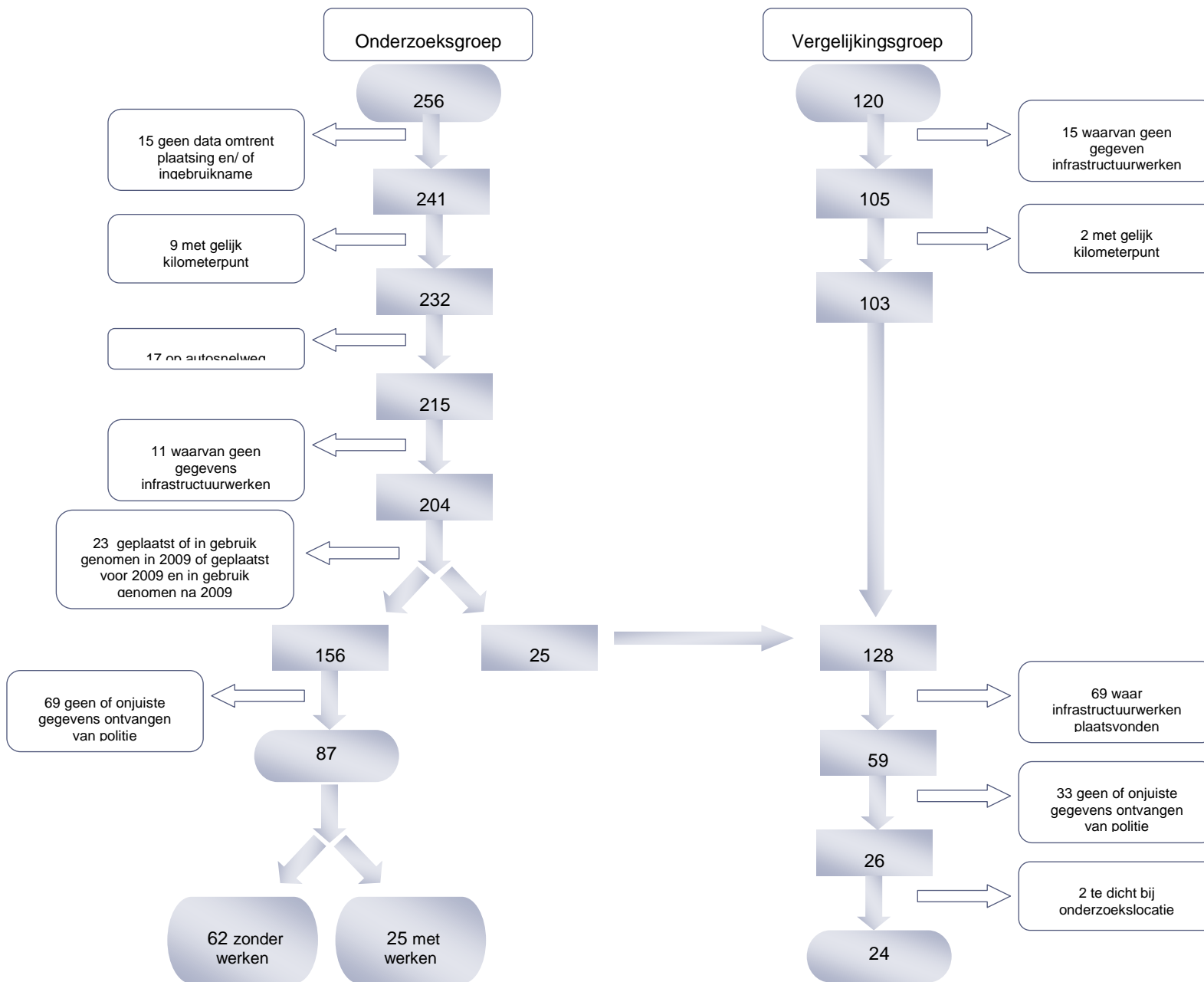


Figuur 4.12 Analyses met een combinatie van FODdata en politiedata

4.3.2 Snelheidscamera's

4.3.2.1 Onderzoekslocaties

Wat betreft de snelheidscamera's wordt gestart met 256 flitspalen. Hiervan waren van 15 locaties geen gegevens voorhanden omtrent de data van plaatsing en ingebruikname, 9 met een gelijk kilometerpunt, 17 op de autosnelweg, en 11 waarvan geen gegevens omtrent infrastructuurwerken beschikbaar waren. Dit leidde tot 204 locaties, wat hetzelfde is dan de selectie bij de analyses met enkel FODdata. Van deze 204 locaties zijn er 23 die geplaatst en/of in gebruik genomen zijn in 2009, of die geplaatst waren voor 2009 en in gebruik genomen werden na 2009, waardoor deze niet in de onderzoeksgroep, noch in de vergelijkingsgroep konden opgenomen worden. Dit leidde tot 156 locaties die geplaatst en in gebruik genomen waren voor 2009. Van deze 156 werden er van 69 geen of foutieve gegevens ontvangen van de politiezones. De 'foutieve' gegevens, zijn de ongevallengegevens waarbij ook ongevallen met enkel materiële schade werden opgenomen. Dit leidde uiteindelijk tot een onderzoeksgroep van 87 flitspalen. Van deze 87 locaties zijn er 62 waar geen werken plaatsvonden, en 25 waar wel werken plaatsvonden. Van de 62 zonder werken vielen er uiteindelijk tijdens de analyses nog twee weg, aangezien deze geplaatst en/ of in gebruik genomen waren in 2008 en er werken plaatsvonden in 2009, waardoor geen naperiode kon geselecteerd worden.



Figuur 4.13 Stroomdiagram van aantal locaties in onderzoeks- en vergelijkingsgroep van SNC voor de analyse met de combinatie van FODdata en politiedata

Tabel 4.14 geeft de verdeling van het aantal locaties over de verschillende kenmerken. Het grootste deel van de SNC ligt in Vlaams-Brabant (36%), gevolgd door Antwerpen (24%), Limburg (16%), West-Vlaanderen (13%), en Oost-Vlaanderen (11%). Twee derde van de locaties liggen buiten de bebouwde kom. Bijna op de helft van de locaties (45%) is de snelheidslimiet 70 km/u. Een derde heeft een limiet van 50 km/u. Op 13 % van de locaties geldt een snelheidslimiet van 90km/u en 7% 30 km/u. Verder is op het grootste deel van de locaties geen middenberm aanwezig (81%). Bijna in de helft van de gevallen is er slechts 1 rijstrook aanwezig (46%). Twee rijstroken zijn aanwezig op 31% van de locaties. Van 24% is het aantal rijstroken niet gekend.

Tabel 4.14 Kenmerken van SNC in onderzoeksgroep in de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van een combinatie van FODdata en politiedata

Kenmerken	Aantal locaties (%)
Provincie	
Antwerpen	20 (24%)
Limburg	14 (16%)
Oost-Vlaanderen	9 (11%)
Vlaams-Brabant	31 (36%)
West-Vlaanderen	11 (13%)
Bebouwde kom	
Binnen	31 (36%)
Buiten	54 (64%)
Toegelaten snelheid	
30 km/u	6 (7%)
50km/u	30 (35%)
70km/u	38 (45%)
90 km/u	11 (13%)
Aanwezigheid van middenberm	
aanwezig	16 (19%)
niet aanwezig	69 (81%)
Aantal rijstroken	
1 rijstrook	39 (46%)
2 rijstroken	26 (31%)
niet gekend	20 (24%)

Tabel 4.15 toont een overzicht van de uitgevoerde werken op 25 locaties waar tegelijkertijd een SNC werd geplaatst en werken werden uitgevoerd. Het merendeel (22 locaties) van deze wegvakken kregen een wijziging in de snelheidslimiet. Op zes locaties werd een nieuw wegdek of slijtlaag aangebracht, en zes kregen voorzieningen voor fietsers of voetgangers. Op vier locaties werden belangrijke wijzigingen aangebracht op kruispunten en twee kregen een wijziging in het aantal rijstroken.

Tabel 4.15 Overzicht uitgevoerde werken op locaties met SNC, voor analyses met FODdata en politiedata

Type aanpassing	aantal
Wijziging in aantal rijstroken	2
Belangrijke wijzigingen aan kruispunten	4
Voorzieningen voor fietsers/ voetgangers	6
Nieuw wegdek/ slijtlaag	6
Wijziging snelheid	22

4.3.2.2 Vergelijkingslocaties

4.3.2.2.1 Vergelijkingsgroep 1: Locaties waarvoor paal in aanvraag of waar paal geplaatst is na 2009

Wat betreft de vergelijkingsgroep, zijn er 120 sites in aanvraag tot plaatsing van een camera. Van deze 120 zijn er 15 waarvan geen gegevens ontvangen zijn omtrent mogelijk uitgevoerde infrastructuurwerken. Tevens waren er twee sites met een gelijk kilometerpunt, wat leidde tot 103 locaties. Bij deze 103 kwamen er 25 locaties, welke geplaatst en/ of in gebruik genomen werden na 2009. Van de 128 locaties waren er 69 waar werken plaatsvonden. Verder waren er van 33 flitspalen geen of onjuiste gegevens ontvangen van de politie. Ook waren er twee locaties die te dicht tegen de onderzoekslocaties lagen. De finale vergelijkingsgroep voor de analyse van SNC met FOD- en politiedata bestond uit 24 flitspalen.

Ook deze vergelijkingsgroep is te klein om zinvolle analyses mee uit te voeren. Daarom zal ook hier geen gebruik gemaakt worden van vergelijkingsgroep 1.

4.3.2.2.2 Vergelijkingsgroep 2: Alle ongevallen in Vlaanderen

Tabel 4.16 toont de resultaten van de berekeningen van de odds ratio's van vergelijkingsgroep 2. Deze analyses tonen dat deze vergelijkingsgroep goed vergelijkbaar is met de onderzoeksgroep, met een gemiddelde odds ratio van 1,04, en dus kan opgenomen worden ter controle van de trend.

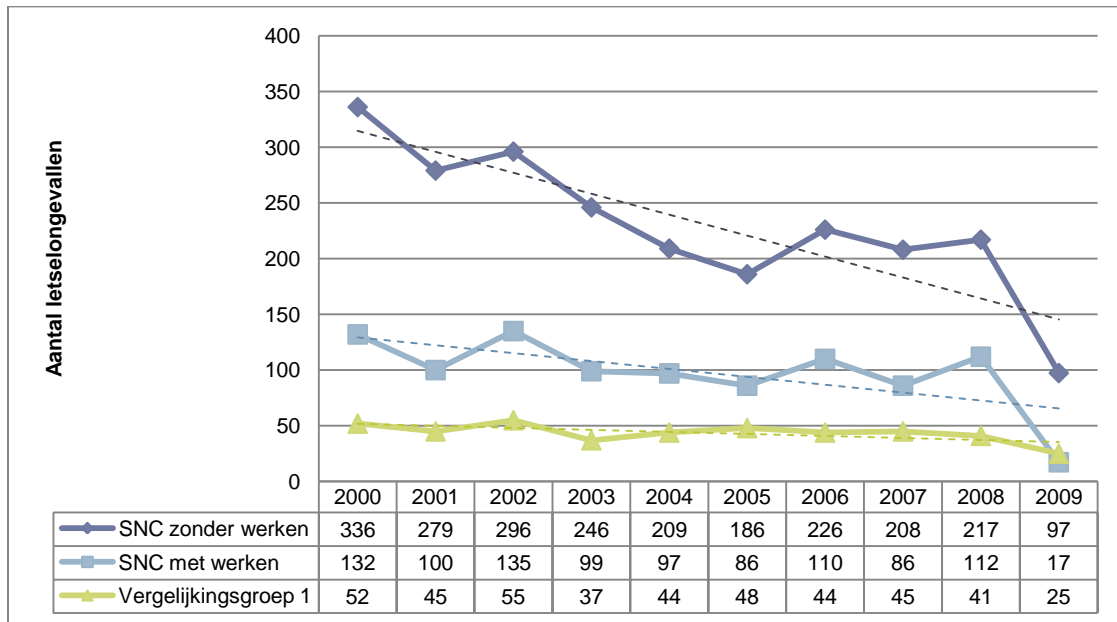
Tabel 4.16 Odds ratios van vergelijkingsgroep 2 met de onderzoeksgroep voor de analyses van SNC met een combinatie van FODdata en politiedata

In gebruik genomen in	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	Gemiddelde
2002 (82 loc)	0,80							0,80
2003 (86 loc)	0,81	1,40						1,11
2004 (35 loc)	1,17	0,76	1,18					1,04
2005 (13 loc)	0,13	4,19	Niet berekenbaar	Niet berekenbaar				
2006 (24 loc)	1,00	1,15	0,65	1,54	1,27			1,12
2007 (17 loc)	0,66	1,39	0,79	0,85	0,95	1,28		0,99
2008 (1 loc)	1,37	1,05	1,14	0,31	0,27	4,89	0,96	1,43
Totaal gemiddelde: 1,04								

4.3.2.3 Selectie van ongevallen

Figuur 4.14 toont het verloop van de ongevallen in de onderzoeksgroep bestaande uit SNC zonder werken en met werken. Ter volledigheid wordt ook het ongevallenverloop van vergelijkingsgroep 1 opgenomen, ook al zal deze niet gehanteerd worden in de analyses. Het ongevallenverloop van de onderzoekslocaties toont duidelijk een daling, zowel voor de locaties met als zonder werken. Wat hierbij vooral opvalt is de sterke daling in 2009 voor alle drie de groepen. Deze daling is niet in verhouding met het verloop van de vorige jaren. De oorzaak is waarschijnlijk toe te wijzen aan een onderrapportage door de politiezones. Dit probleem werd niet of in beperkte mate gezien bij de registratie van de RLC. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de manier van rapportage. Bij de rapportering van de RLC moest per ongeval aangegeven worden hoeveel gewonden en doden er vielen, terwijl bij de rapportering van de SNC per jaar het totale aantal ongevallen moest ingevuld worden, met het totale aantal gewonden en doden voor dat jaar. In eerste instantie traden hier al problemen op, aangezien verschillende politiezones ook ongevallen met enkel blikshade rapporteerden. Dit was te achterhalen, indien het aantal gewonden lager was dan het aantal ongevallen. De locaties waar dit gevonden werd, werden uit de analyses gehaald. Door deze uitval bestaat de kans dat een minder representatieve selectie van de locaties met een SNC gebeurden. Samengevat kan geconcludeerd

worden dat de ongevallen van de SNC met een combinatie van FOD- en politiedata, niet representatief is.



Figuur 4.14 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep zonder werken, met werken en in vergelijkingsgroep 1 voor analyse 2 met SNC

5 Resultaten

Dit hoofdstuk geeft uitgebreid de resultaten van de analyses weer. Hierbij wordt in eerste instantie gericht op de analyses waarbij gebruik gemaakt werd van de FODdata alleen. De resultaten voor de snelheidscamera's en voor de roodlichtcamera's worden apart weergegeven. Daarbij wordt ook telkens een onderscheid gemaakt tussen de analyses met alle letselongevallen, waarbij alle ongevallen, ongeacht de ernst, worden opgenomen; en de ernstige ongevallen, waarbij ongevallen worden geselecteerd met een zwaar gewonde en /of dode. Daarnaast wordt ook een indeling gemaakt in de snelheidscamera's waar geen werken gebeurden tijdens of vlak voor of na het plaatsen of in gebruik nemen van de camera, en locaties waar wel werken plaatsvonden. Naast de analyses met enkel de FODdata worden ook de resultaten van de analyses met de combinatie van FOD- en politiedata weergegeven. Vervolgens wordt ook bekeken of er bij de analyses van de RLC een verschil in effectiviteit is naargelang het type ongeval, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen. Wat betreft de SNC wordt een onderscheid gemaakt naar de afstand tot de camera, waarbij bekeken wordt welk effect de flitspaal heeft op een afstand tot 250, 500, 750, 1000 en 1500m. Daarnaast wordt onderzocht of er een verschil in effectiviteit is, naargelang de kenmerken van de locatie. Hierbij wordt bekeken of er een verschil is naargelang de provincie waar de flitspaal staat, of deze binnen of buiten de bebouwde kom ligt, of er al of niet een middenberm aanwezig is, het aantal rijstroken op die plaats, de toegelaten snelheid en of de flitspaal al of niet in traject staat. Tenslotte wordt onderzocht welk effect het plaatsen van RLC en SNC heeft op de verschillende types weggebruikers.

5.1 Analyses met FODdata - SNC

Als eerste wordt het effect van de SNC onderzocht, waarbij gebruik wordt gemaakt van de FODdata. Op die manier konden alle SNC geplaatst tot en met 2007 geëvalueerd worden. Zoals reeds eerder weergegeven, wordt bij het analyseren van de effectiviteit van snelheidscamera's, een indeling gemaakt tussen flitspalen waar geen werken plaatsvonden, en flitspalen waar wel werken plaatsvonden. Hieronder worden de resultaten weergegeven, eerst voor de flitspalen waar geen werken plaatsvonden, dan voor de flitspalen met werken. Voor elk van deze onderzoeksgroepen wordt een aparte analyse uitgevoerd met alle letselongevallen, en met enkel ernstige ongevallen.

Zoals reeds weergegeven in 3.2 is het belangrijk om te controleren voor vertekende factoren. Dit kan gebeuren op verschillende manieren (zie 3.3.1), waarvan ook alle resultaten van deze analyses hieronder worden weergegeven. Voor de controle van de regressie naar het gemiddelde, worden twee methoden gehanteerd: enerzijds wordt de regressie naar het gemiddelde gecontroleerd door middel van vergelijkingsgroep 1 (VG1), welke bestaat uit locaties waar pas na 2008 een flitspaal werd geplaatst en in gebruik genomen, of waar een aanvraag tot plaatsing van een flitspaal werd ingediend (zie 4.2.2.2). Daarnaast wordt de regressie naar het gemiddelde gecontroleerd door gebruik te maken van de onderzoeksgroep zelf. Wat betreft de controle voor trendeffecten worden twee vergelijkingsgroepen gebruikt. Enerzijds wordt vergelijkingsgroep 1 gehanteerd. Anderzijds werd vergelijkingsgroep 2 (VG2) gehanteerd, welke bestaat uit het ongevallenverloop in geheel Vlaanderen. Op die manier worden telkens vier analyses uitgevoerd. Met het onderscheid naar SNC met en zonder werken, en het totale aantal letselongevallen en ernstige ongevallen, maakt dit dat er in totaal 16 analyses worden uitgevoerd:

- SNC zonder werken
 - o Alle letselongevallen
 - controle voor RTM: vergelijkingsgroep 1; controle voor trend: vergelijkingsgroep 1
 - controle voor RTM: vergelijkingsgroep 1; controle voor trend: vergelijkingsgroep 2
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: vergelijkingsgroep 1
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: vergelijkingsgroep 2
 - o Ernstige ongevallen
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 1
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 2
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 1

- controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2
- SNC met werken
 - Alle letselongevallen
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 1
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 2
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 1
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2
 - Ernstige ongevallen
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 1
 - controle voor RTM: VG 1; controle voor trend: VG 2
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 1
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2

Voor elk van de analyses wordt eerst per locatie een effectiviteit berekend. Deze individuele resultaten hebben echter weinig statistische betekenis. Daarom is het zinvoller meerdere locaties samen te nemen, en een overkoepelende effectiviteitsindex te berekenen, waardoor de resultaten statistisch sterker worden.

De effectiviteit wordt uitgedrukt in een effectiviteitsindex, welke de verhouding weergeeft van het geteld aantal ongevallen na de maatregel en het geschat aantal ongevallen indien de maatregel niet was uitgevoerd (zie 3.3 voor meer informatie). Een effectiviteitsindex lager dan één geeft aan dat het aantal ongevallen daalde in de periode nadat de flitspaal werd geplaatst in vergelijking met de periode voor de plaatsing. Een effectiviteitsindex hoger dan één wijst op een stijging in het aantal ongevallen.

In onderstaande resultaten wordt eerst per analyse een boxplot weergegeven, dat de spreiding van de resultaten per locatie toont. Daarnaast wordt de overkoepelende effectiviteitsindex overheen alle locaties weergegeven, samen met een figuur die de effectiviteitsindex van elke locatie afzet tegen het gewicht dat deze locatie kreeg in de analyse. Dit geeft een duidelijk beeld van de verschillende resultaten en de gewichten dat deze resultaten kregen in de uiteindelijke analyse.

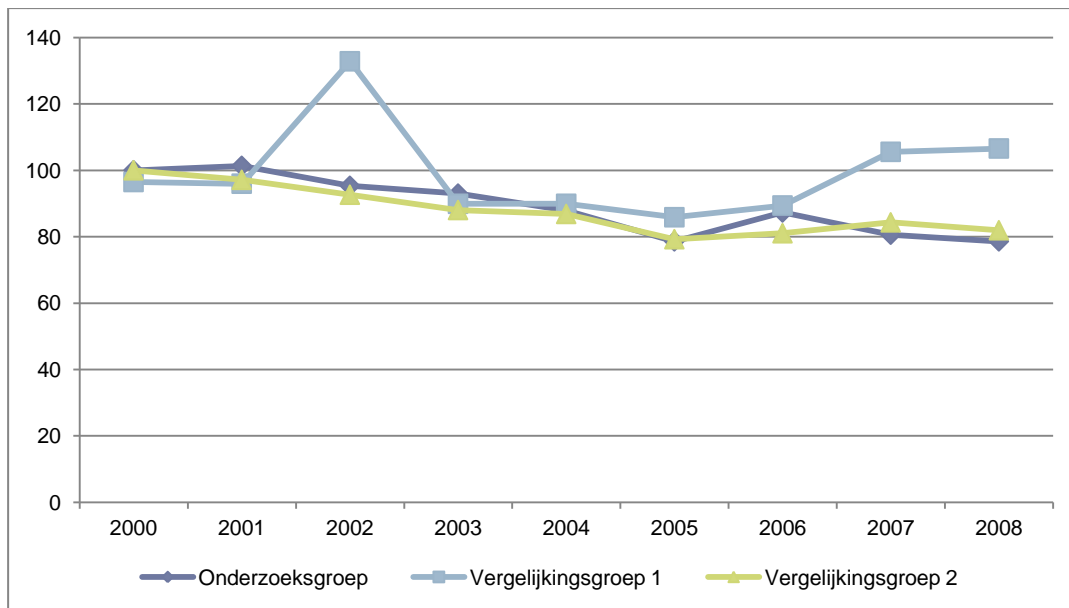
Op het einde van dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de gevonden resultaten, samen met een analyse van deze resultaten, gevolgd door een conclusie.

5.1.1 Snelheidscamera's zonder werken

Als eerste wordt het effect van SNC zonder werken geanalyseerd.

5.1.1.1 Alle letselongevallen

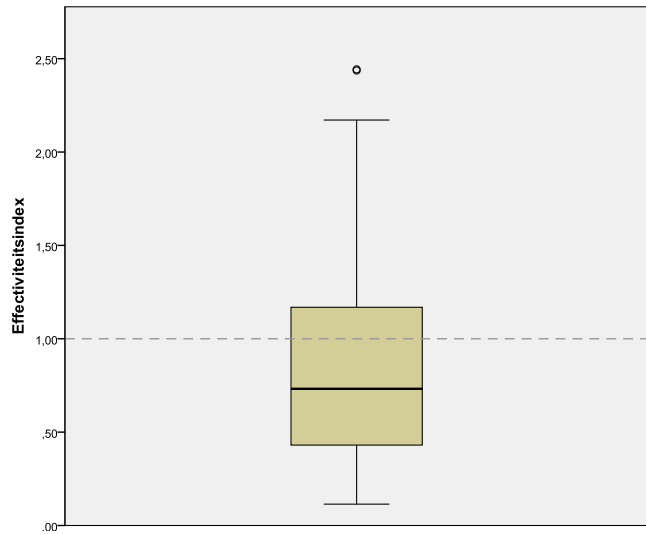
Figuur 5.1 toont de procentuele evolutie van het aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep bestaande uit SNC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (VG1: alle flitspalen geplaatst en in gebruik genomen na 2008 en alle locaties waarvoor aanvraag tot plaatsing van een flitspaal; VG2: het ongevallenverloop in geheel Vlaanderen). De onderzoeksgroep omvat hier 65 locaties. Oorspronkelijk waren dit er 66, maar één locatie viel weg aangezien de flitspaal geplaatst en in gebruik genomen werd in 2007, en er werken plaatsvonden in 2008. Hier kon geen naperiode geselecteerd worden, waardoor deze locatie niet kon opgenomen worden. Vergelijkingsgroep 1 omvat 78 locaties. Deze figuur laat reeds duidelijk zien dat het ongevallenverloop in de onderzoeksgroep bijna samenvalt met het ongevallenverloop uit vergelijkingsgroep 2. Vergelijkingsgroep 1 wijkt iets meer af, waarbij vooral een piek in 2002 en een stijging in het aantal ongevallen tijdens de jaren 2006-2008 opvalt.



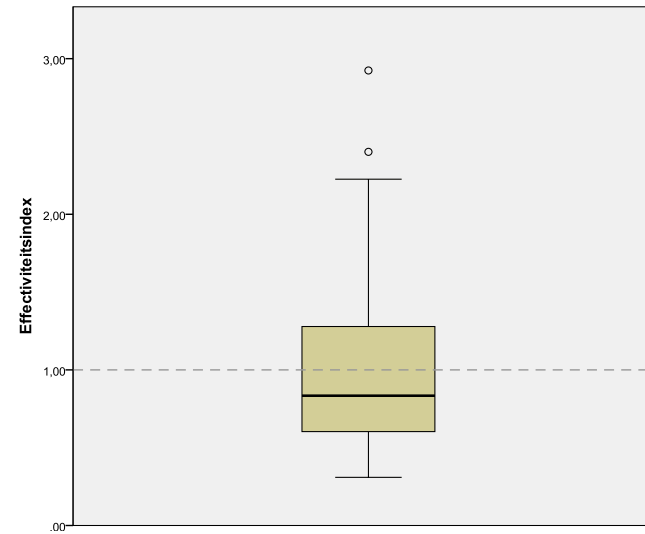
Figuur 5.1 Het procentuele verloop van het aantal letselongevallen op locaties met SNC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (analyses enkel FODdata)

Figuur 5.2 geeft in een boxplot de resultaten weer van de vier individuele analyses, waarbij VG1 en de methode van Elvik controleren voor RTM en VG 1 en VG 2 controleren voor trend. De boxplots tonen de verspreiding van de resultaten per locatie. Een vergelijking van de boxplots toont gelijkaardige resultaten voor elk van de vier analyses. Bij de eerste drie analyses (Figuur 5.2 a tot c) ligt 50 tot 75% van de resultaten onder 1. Bij de analyse waarbij de methode van Elvik controleert voor RTM en VG2 voor trend, ligt ongeveer 50% onder 1.

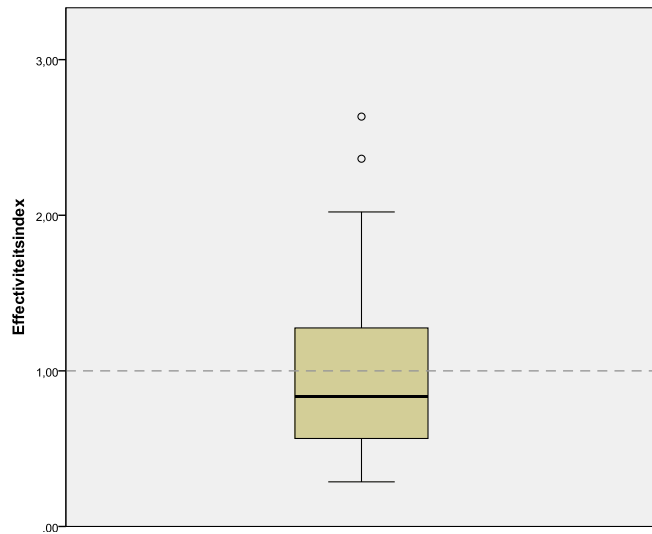
Figuur 5.2 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselgevallen rond SNC zonder werken



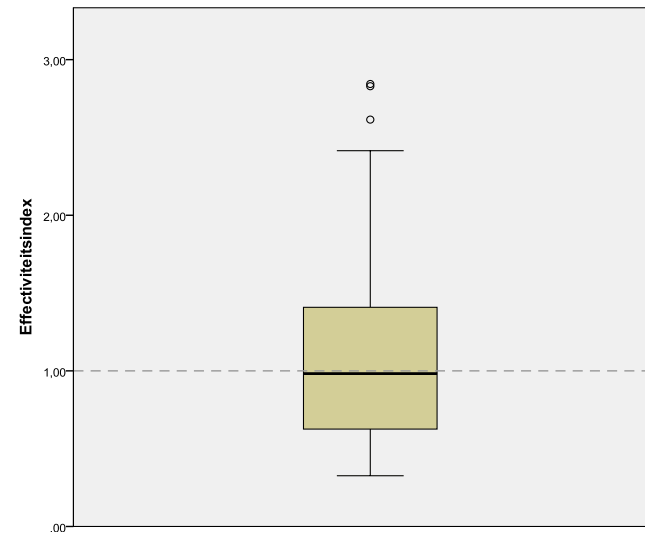
Figuur 5.2.a met VG1 ter controle van RTM en trend



Figuur 5.2.b met VG1 ter controle van RTM en VG 2 ter controle van trend



Figuur 5.2.c met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG1 ter controle van trend

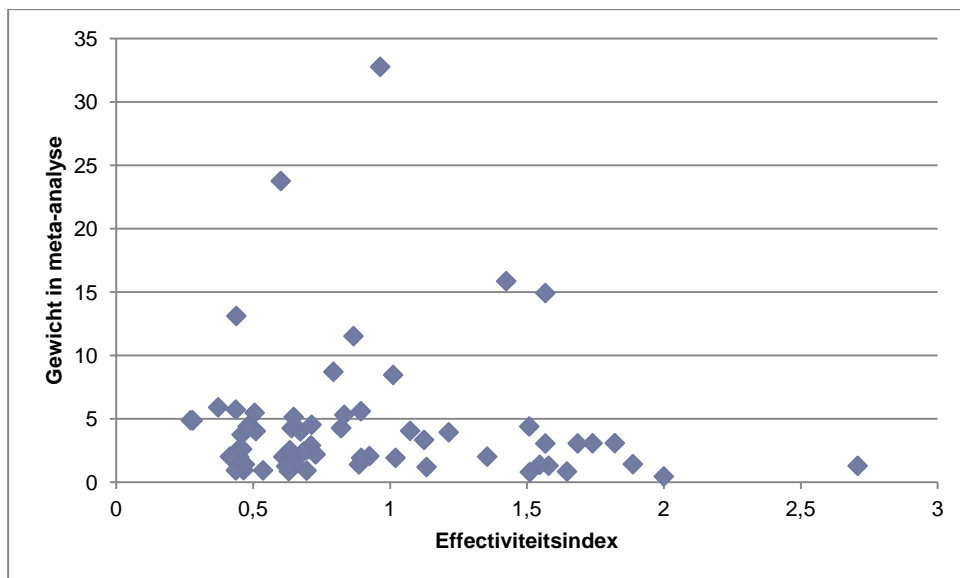


Figuur 5.2.d met methode Elvik ter controle van RTM en VG 2 voor trendcontrole

Daarnaast biedt vooral een meta-analyse interessante informatie. Een meta-analyse combineert alle effectiviteitsindexen per locatie in één analyse, waardoor een overkoepelende waarde bekomen wordt (zie 3.3.2 voor achterliggende formules).

5.1.1.1.1 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG1

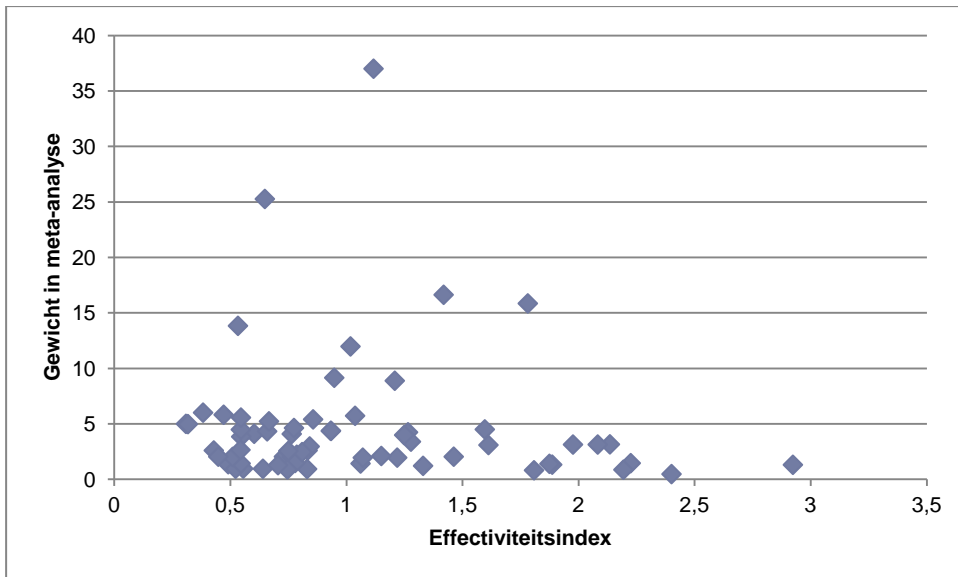
Bij het hanteren van vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM en trend, wordt een effectiviteitsindex gevonden van 0,79, met betrouwbaarheidsinterval van [0,71; 0,89]. Dit betekent dat het aantal letselongevallen gemiddeld met 21% daalde. Om deze metascore te vinden, krijgt elke locatie een gewicht in de meta-analyse, afhankelijk van het aantal ongevallen dat er op die locaties gebeurden. Figuur 5.3 biedt een visuele weergave van deze meta-analyse. Hierin wordt de effectiviteitsindex van elk punt afgezet tegen het gewicht dat dit punt krijgt in de meta-analyse. Dit gewicht wordt bepaald op basis van het aantal gebeurde ongevallen op dat punt. Dit gewicht is omgekeerd evenredig met variantie (zie formule (10) en (11)). Hoe groter het aantal data, dit wil zeggen, hoe groter het aantal ongevallen op die locaties, hoe groter het gewicht. Dit omdat de locaties met de meeste data, het meest betrouwbaar zijn, en bijgevolg ook het grootste gewicht krijgen in de meta-analyse. Deze figuur toont dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex hebben tussen 0,5 en 1, welke tevens de locaties zijn met het grootste gewicht.



Figuur 5.3 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend

5.1.1.1.2 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG2

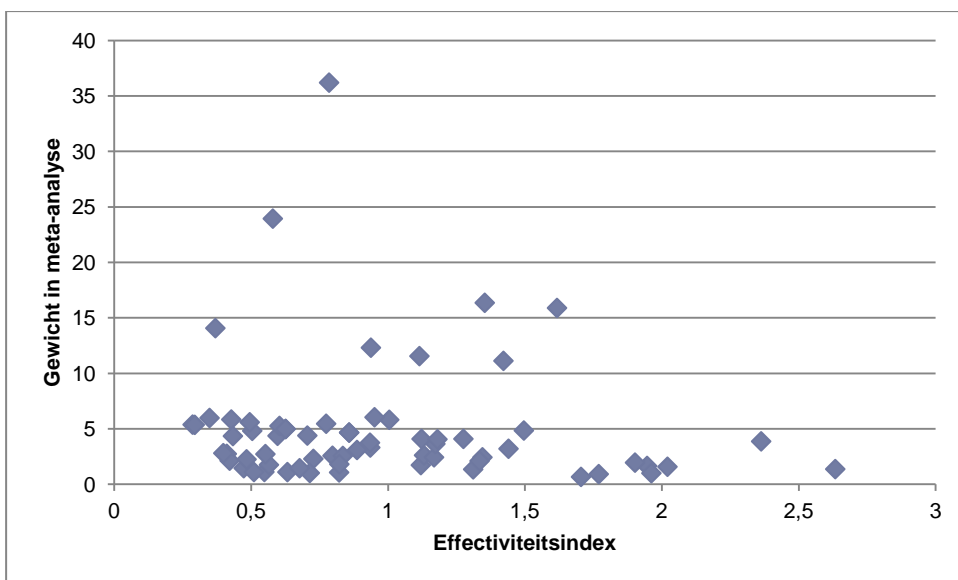
Bij het in acht nemen van vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,90 met betrouwbaarheidsinterval van [0,80; 1,00] gevonden. Dit duidt op een daling in het aantal ongevallen van 10%. Echter vormt 1 hier de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval, wat betekent dat het resultaat net niet significant is. Wel zijn deze resultaten een duidelijke indicatie voor de daling van het aantal ongevallen. Een mogelijke oorzaak voor het niet-significante resultaat is dat het aantal locaties in de analyses niet zo hoog is, namelijk 65, wat het moeilijker maakt om significante resultaten te bekomen.



Figuur 5.4 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend

5.1.1.1.3 Controle van RTM: methode Elvik; controle van trend: VG1

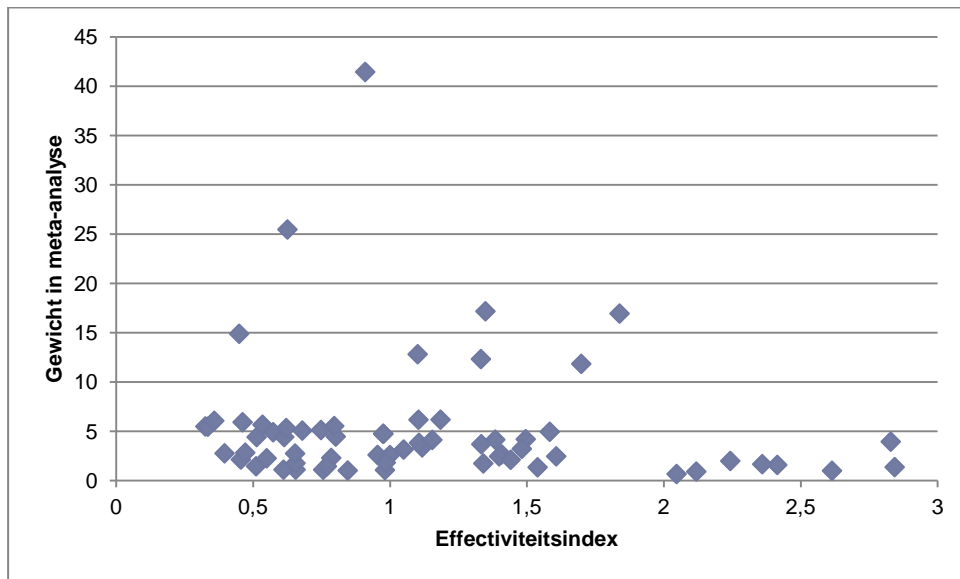
Naast het hanteren van vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM, wordt ook de methode van Elvik gehanteerd. Bij gebruik van deze methode ter controle van RTM en van vergelijkingsgroep 1 ter controle van trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,81 gevonden met betrouwbaarheidsinterval [0,72; 0,90]. Dit toont aan dat het aantal letselongevallen significant daalde met 19%.



Figuur 5.5 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 1 ter controle van trend

5.1.1.1.4 Controle van RTM: methode Elvik; controle van trend: VG2

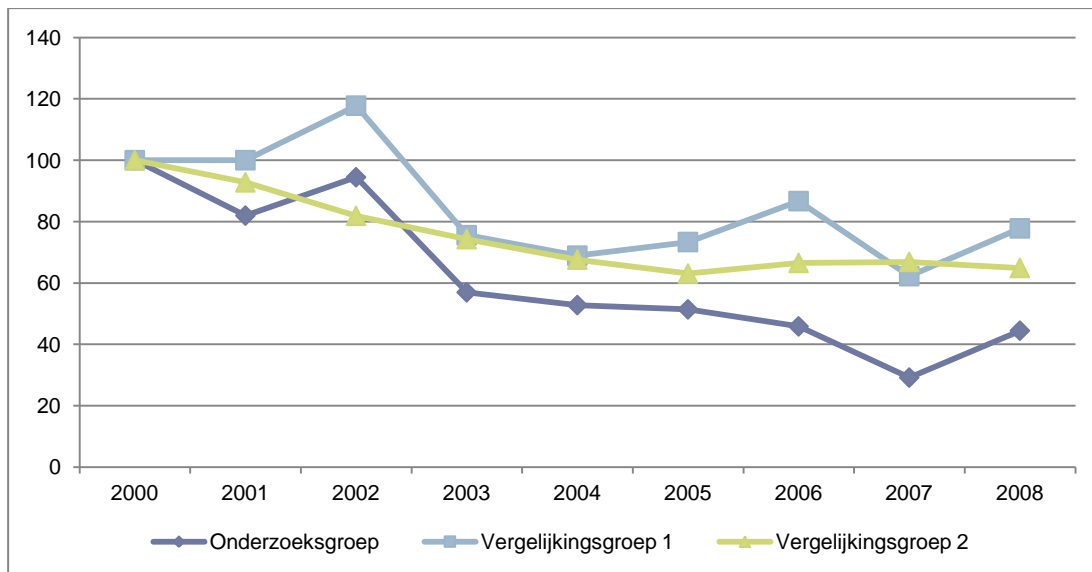
Bij het hanteren van de methode volgens Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend, wordt een effectiviteitsindex gevonden van 0,92 met betrouwbaarheidsinterval [0,82; 1,02]. Dit toont aan dat er een indicatie is tot een daling van 8%, dat net niet significant is. Indien terug gekeken wordt naar Figuur 5.1, is te zien dat het ongefallenverloop van de onderzoeksgroep, heel dicht tegen het verloop van vergelijkingsgroep 2 ligt, wat reeds duidelijk aantoont dat er weinig tot geen significante verschillen in het aantal ongefallen aanwezig zijn van de voor- naar de naperiode. Figuur 5.6 toont duidelijk dat er heel wat locaties een effectiviteitsindex hebben lager dan ook 1, maar ook schommelen verschillende locaties rond een effectiviteitsindex van 1 en 1,5, waarvan er enkele een vrij hoog gewicht krijgen in de meta-analyse.



Figuur 5.6 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend

5.1.1.2 Ernstige ongefallen

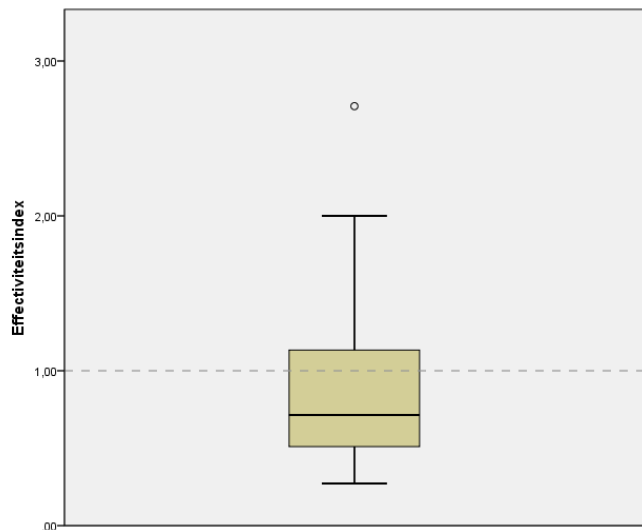
Figuur 5.7 toont het procentuele verloop van het aantal ernstige ongefallen in de onderzoeksgroep en beide vergelijkingsgroepen op locaties met een snelheidscamera waar geen werken plaatsvonden. Hier bestond de onderzoeksgroep uit 63 locaties. Zoals gezegd bij alle letselongevallen viel er één weg wegens het feit dat deze geplaatst en in gebruik genomen werd in 2007 en werken plaatsvonden in 2008, waardoor het aantal locaties terugviel van 66 naar 65. Verder vielen er nog eens twee locaties weg wegens het feit dat de variantie kleiner is dan het gemiddelde, waardoor het niet mogelijk was om de overdispersie te berekenen en te controleren voor RTM (zie 3.3.1.1 voor achterliggende informatie). Uit de figuur is te zien dat het ongefallenaantal op de onderzoekslocaties ongeveer een gelijk patroon volgt dan de ongefallen in vergelijkingsgroep 2, alleen wordt het verschil tussen beide groepen iets groter vanaf 2005. In vergelijking met vergelijkingsgroep 1, vertoont de onderzoeksgroep een iets sterkere daling gedurende de gehele onderzoeksperiode.



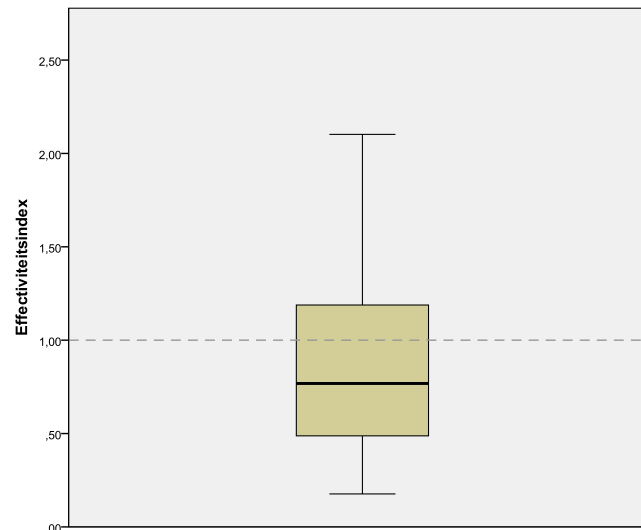
Figuur 5.7 Het procentuele verloop van het aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met SNC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (analyse met enkel FODdata)

Figuur 5.8 toont de boxplots met de spreiding van de effectiviteitsindexen, indien gebruik gemaakt wordt van vergelijkingsgroep 1 en de methode van Elvik voor RTM, en vergelijkingsgroep 1 en 2 voor trend. Deze boxplots tonen gelijkaardige resultaten dan de analyses met alle letselongevallen. Hier vertonen alle analyses een resultaat waarbij gemiddeld 50 tot 75% van de locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 hebben.

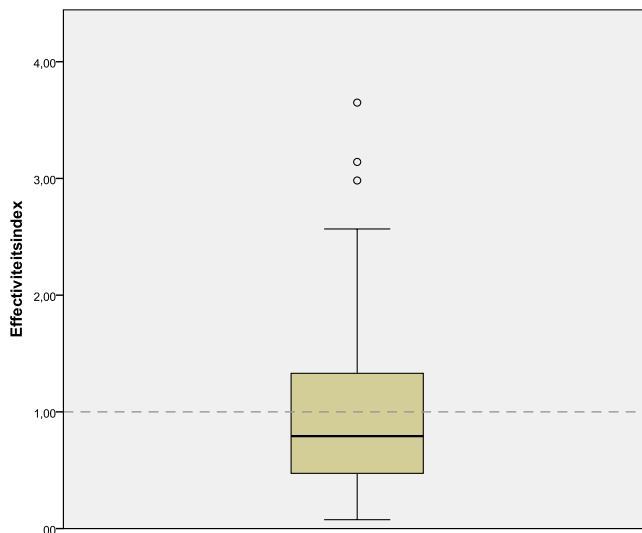
Figuur 5.8 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond SNC zonder werken



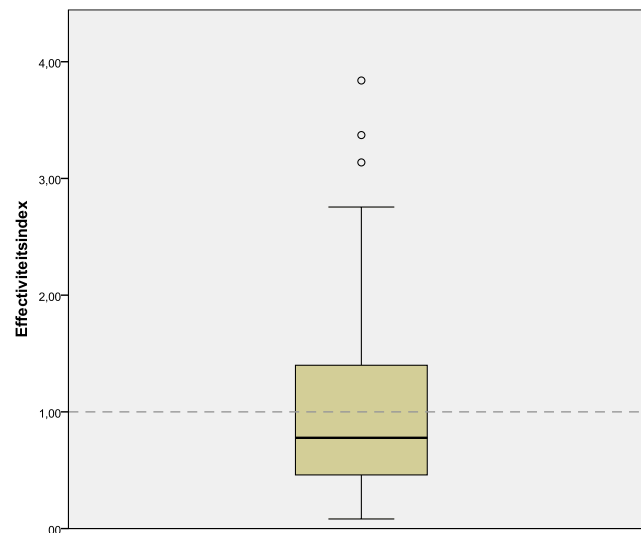
Figuur 5.8.a met VG1 ter controle van RTM en trend



Figuur 5.8.b met VG1 ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend



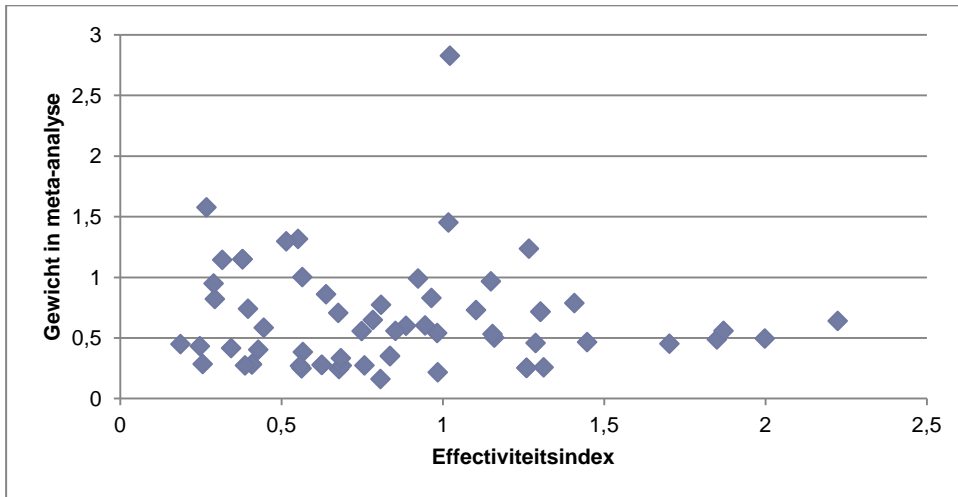
Figuur 5.8.c met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG1 voor trend



Figuur 5.8.d met de methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.1.1.2.1 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG1

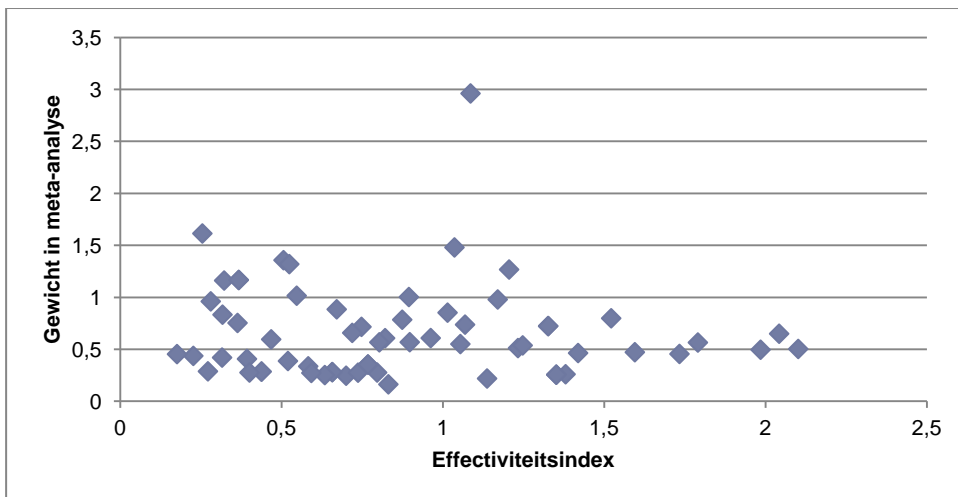
De meta-analyse waarbij vergelijkingsgroep 1 gehanteerd wordt voor zowel te controleren voor RTM als voor trend, toont een effectiviteitsindex van 0,71 en een betrouwbaarheidsinterval van [0,53; 0,97]. Dit duidt op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 29%. Figuur 5.9 toont duidelijk dat het grootste deel van de locaties gelegen is tussen een effectiviteitsindex van 0 en 1.



Figuur 5.9 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend

5.1.1.2.2 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG2

Indien vergelijkingsgroep 2 gehanteerd wordt als correctie voor de trend wordt een effectiviteitsindex van 0,72 gevonden met een betrouwbaarheidsinterval van [0,53; 0,98]. Dit wijst op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 28%.

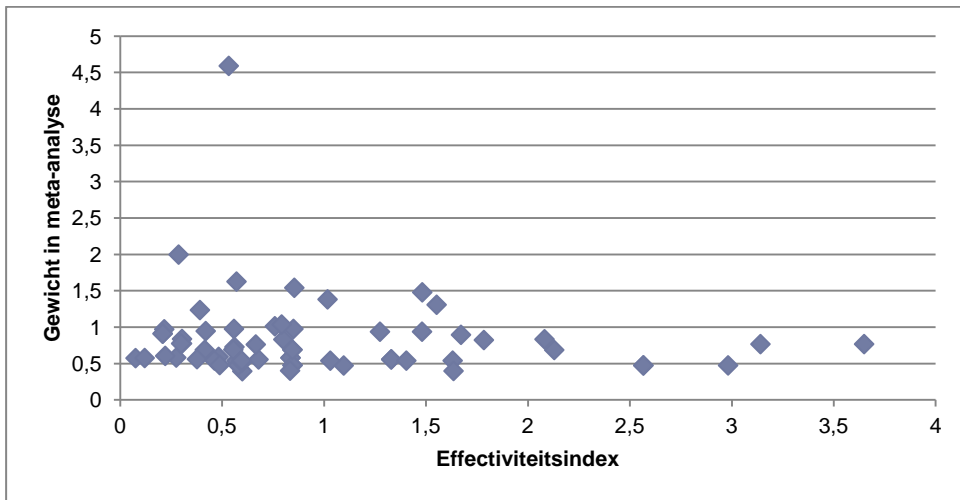


Figuur 5.10 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM, en VG2 ter controle van de trend

5.1.1.2.3 Controle van RTM: methode Elvik ; controle van trend: VG1

Controle voor RTM door middel van de methode van Elvik en voor trend door middel van vergelijkingsgroep 1 toont een effectiviteitsindex van 0,69 [0,53; 0,91]. Dit duidt op een significante

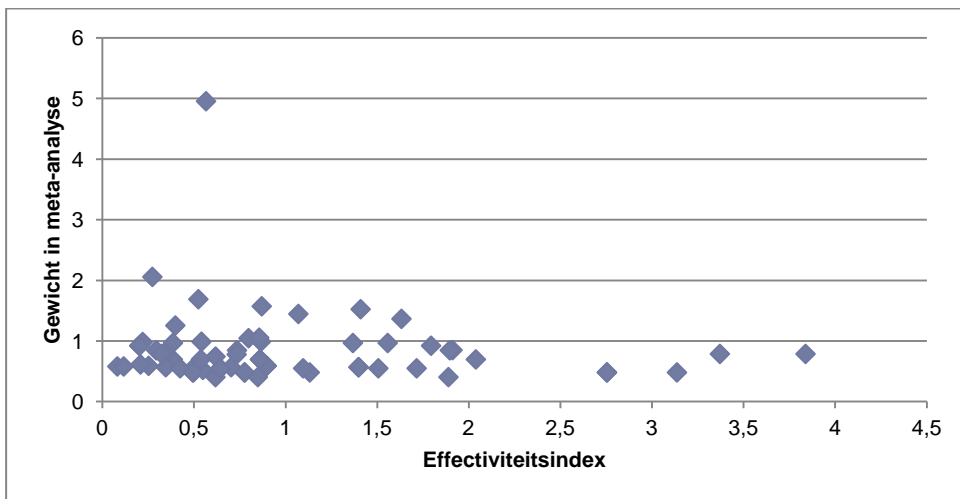
daling in het aantal ernstige ongevallen van 31%. Dit is ook duidelijk te zien in Figuur 5.11, waarbij duidelijk meer locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 hebben. Wat betreft het gewicht zijn er niet echt uitschieters op te merken, enkel één locatie met een effectiviteitsindex van 0,5 krijgt een gewicht van meer dan 4,5.



Figuur 5.11 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 voor trend

5.1.1.2.4 *Controle van RTM: methode Elvik; controle van trend: VG2*

Bij gebruik van de methode van Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,71 gevonden met een betrouwbaarheidsinterval van [0,54; 0,92]. Dit wijst op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 29%.



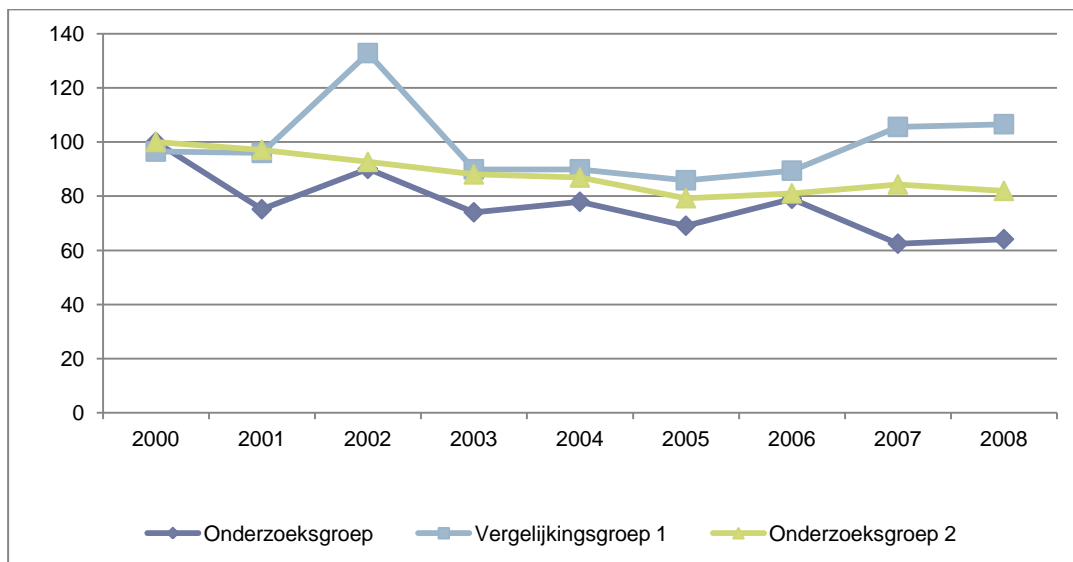
Figuur 5.12 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC zonder werken, met methode van Elvik als controle voor RTM en VG2 voor trend

5.1.2 SNC met werken

Naast bovenstaande analyses, waarbij de effectiviteit wordt geanalyseerd van de ongevallen zonder werken, worden aparte analyses uitgevoerd voor locaties met werken. Voor deze locaties was het niet mogelijk om het effect van de plaatsing van een flitspaal onafhankelijk te analyseren van het uitvoeren van werken (zie 4.1.1.1 voor meer informatie).

5.1.2.1 Alle letselongevallen

Figuur 5.13 geeft het procentuele verloop van de letselongevallen op locaties met SNC waar eveneens werken werden uitgevoerd. Vergelijingsgroep 1 en 2 zijn hier dezelfde dan voor de locaties waar geen werken werden uitgevoerd. Figuur 5.13 toont dat voor de drie groepen er slechts beperkte verandering is in het verloop van het aantal ongevallen overheen de volledige onderzoeksperiode. Enkel in 2002 vertoont vergelijingsgroep 1 een duidelijke piek, die het jaar nadien terugvalt tot de waarde van voorheen. Verder zijn vanaf 2006 duidelijk verschillen waarneembaar, waarbij het aantal ongevallen in vergelijingsgroep 1 stijgt, het aantal in vergelijingsgroep 2 gelijk blijft en het aantal in de onderzoeksgroep daalt.

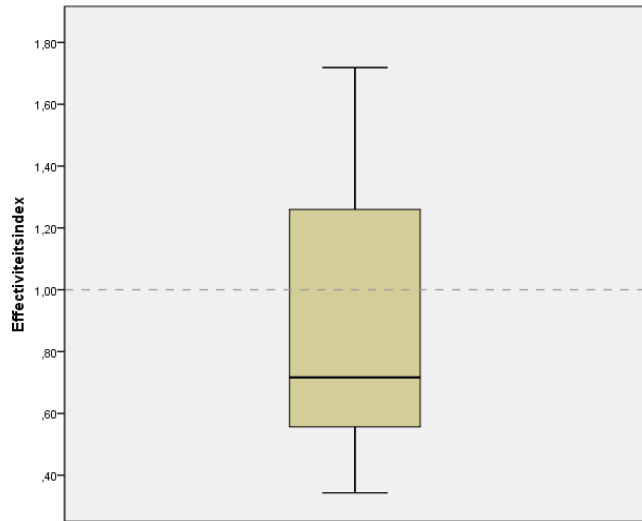


Figuur 5.13 Het procentuele verloop van het aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep met SNC met werken en beide vergelijingsgroepen (analyses met enkel FODdata)

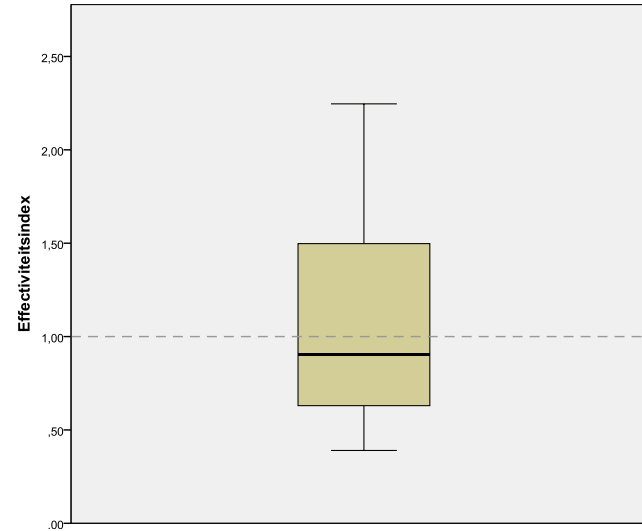
Ook voor de analyses met SNC waar wel werken gebeurden worden telkens vier analyses uitgevoerd, waarbij vergelijingsgroep 1 en de methode volgens Elvik worden gehanteerd om te controleren voor RTM, en daarnaast vergelijingsgroep 1 en 2 worden gehanteerd ter controle voor de trend. Figuur 5.14 toont de spreiding van de individuele resultaten per locatie in een boxplot. Hier is duidelijk te zien dat bij gebruik van VG1 voor controle van de trend (Figuur 5.14.a en c) iets meer locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 hebben in vergelijking met de analyses waarbij gebruik werd gemaakt van VG2 ter controle van de trend. Bij gebruik van VG1 ligt tussen de 50 en 75% van de locaties onder 1, terwijl bij gebruik van vergelijingsgroep 2 iets meer dan 50% onder 1 ligt.

Figuur 5.14 toont de boxplots met de spreiding van de individuele resultaten voor elk van de vier analyses. Hieruit is te zien dat indien gebruik gemaakt wordt van vergelijingsgroep 1 ter controle van de trend, tussen de 50 en 75% van de locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 hebben. Bij gebruik van vergelijingsgroep 2 ter controle van de trend, is dit aantal iets meer dan 50%.

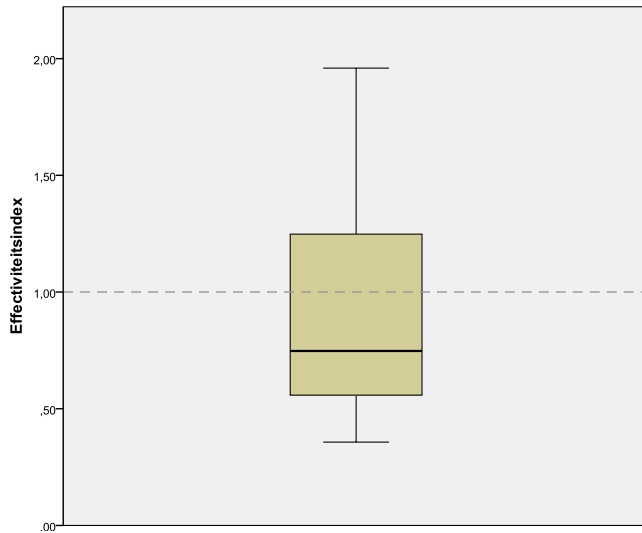
Figuur 5.14 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond SNC met werken



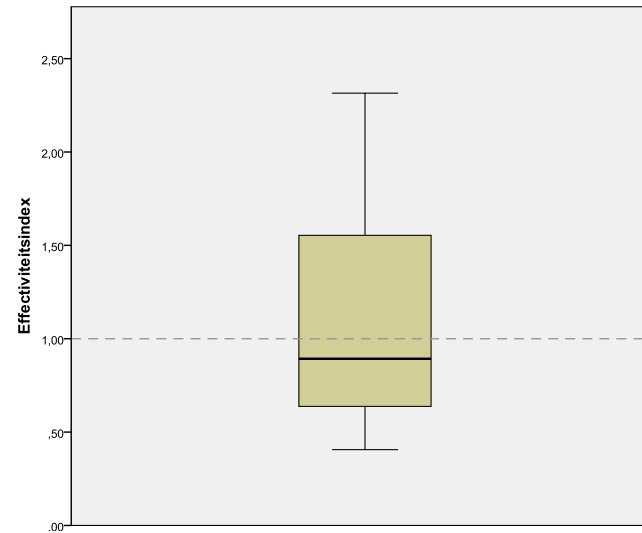
Figuur 5.14.a met VG1 ter controle van RTM en trend



Figuur 5.14.b met VG1 ter controle van RTM en VG2 voor trend



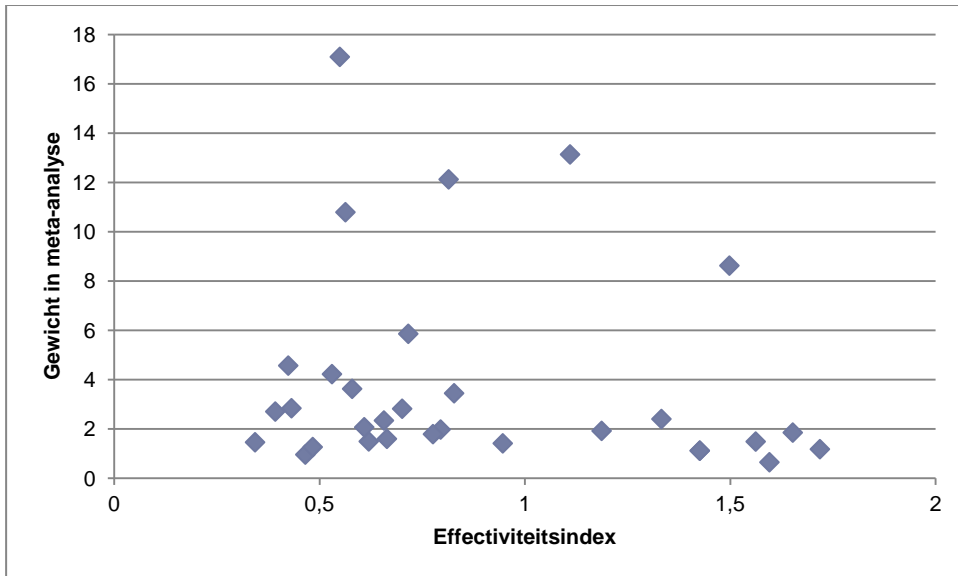
Figuur 5.14.c met methode Elvik ter controle van RTM en VG1 voor trend



Figuur 5.14.d met methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.1.2.1.1 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG1

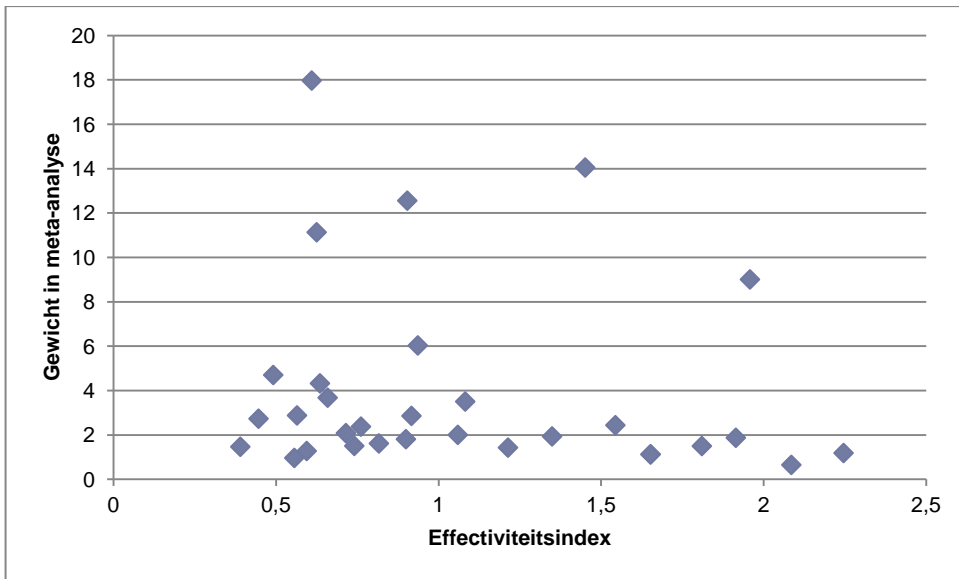
Bij gebruik van vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM en trend, wordt een significant resultaat gevonden van 0,75 [0,73; 0,90]. Dit duidt aan dat het aantal letselongevallen op locaties waar zowel een flitspaal werd geplaatst, als andere werken plaatsvonden, met 25% daalde. Figuur 5.15 geeft duidelijk aan dat de meeste locaties een effectiviteitsindex tussen 0,5 en 1 hebben, welke tevens het hoogste gewicht kregen.



Figuur 5.15 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en trend

5.1.2.1.2 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG2

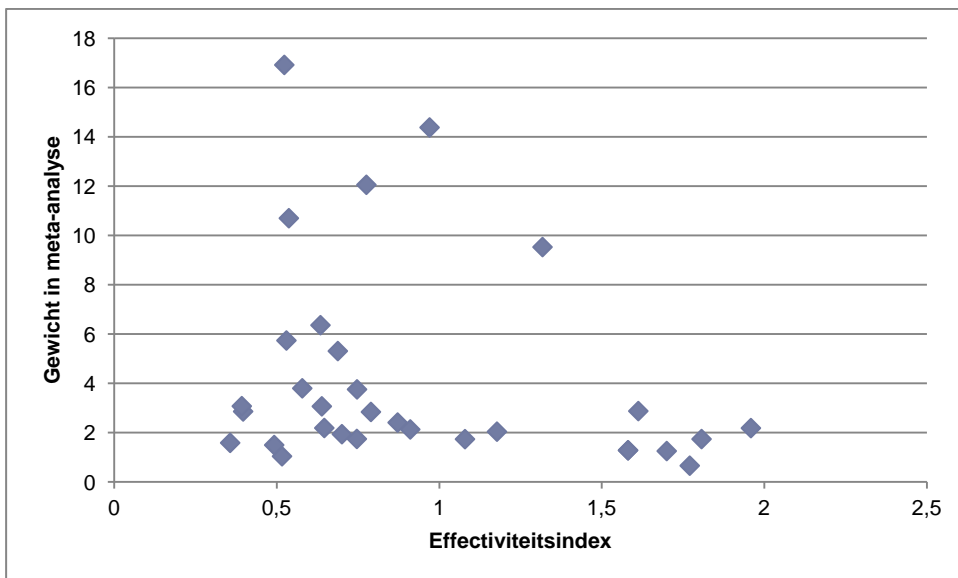
Indien VG1 gehanteerd werd ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend, werd een effectiviteitsindex gevonden van 0,90 met het betrouwbaarheidsinterval [0,75; 1,07]. Aangezien 1 in het interval ligt, is dit resultaat niet significant. Dit wijst er op dat er geen verandering in het aantal ongevallen kan worden vastgesteld van de voor- naar de naperiode, indien VG2 ter controle van trend wordt gehanteerd. Indien teruggekeken wordt naar het verloop van de ongevallen in Figuur 5.13, is duidelijk te zien dat het ongevallenverloop in de onderzoeksgroep niet sterk afwijkt van het ongevallenverloop in vergelijkingsgroep 2, waardoor dus ook geen significante resultaten gevonden worden. Figuur 5.16 toont ook dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex hadden tussen 0,5 en 1. Maar dat er ook heel wat locaties een effectiviteitsindex hadden groter dan 1 en er bijna geen indexen werden gevonden tussen 0 en 0,5.



Figuur 5.16 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met vergelijkgroep 1 als controle voor RTM en VG2 voor trend

5.1.2.1.3 *Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG1*

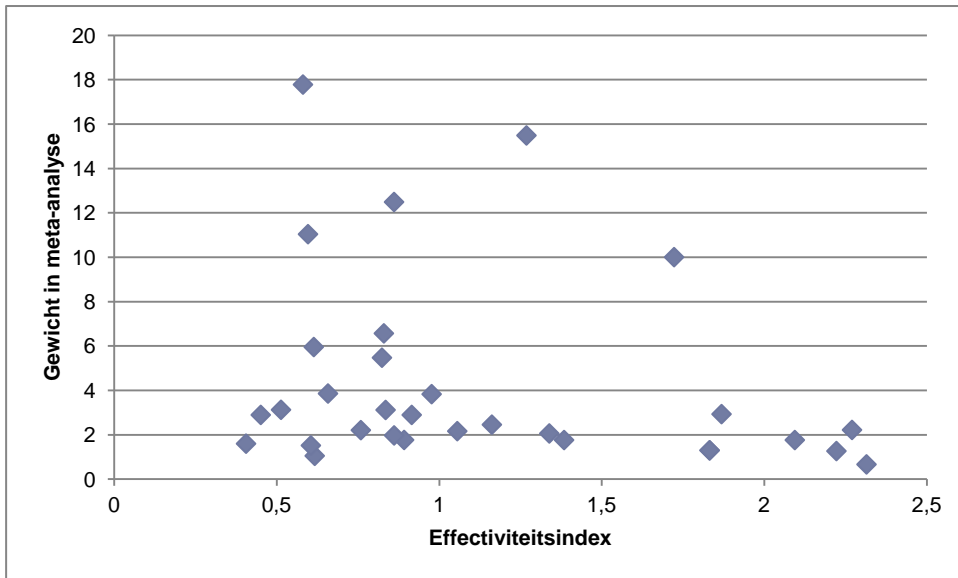
Wanneer gebruik gemaakt wordt van de methode van Elvik om te controleren voor RTM, en vergelijkgroep 1 ter controle van de trend, wordt wel terug een significant resultaat gevonden: 0,75 [0,63; 0,89]. Dit wijst op een significante daling van 25% in het aantal letselongevallen. Figuur 5.17 toont dan ook dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex hebben tussen 0,5 en 1 en dat slechts een beperkt aantal locaties een index hoger dan 1 hadden.



Figuur 5.17 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 ter controle van trend

5.1.2.1.4 Controle van RTM: methode Elvik; controle van trend: VG2

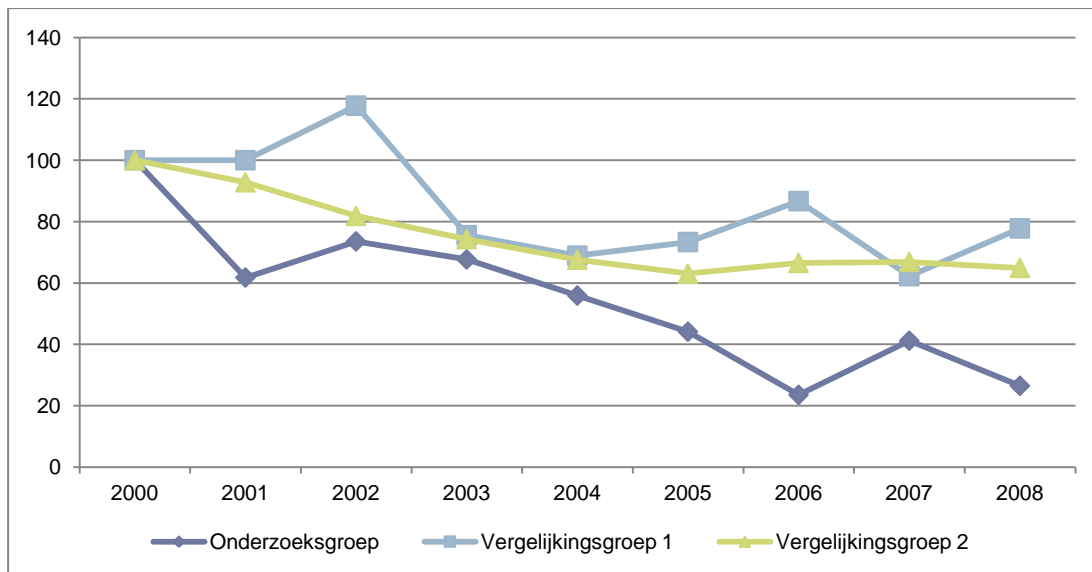
Bij gebruik van de methode van Elvik voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend worden, net zoals bij de vorige analyse met VG2 ter controle van trend, geen significante resultaten gevonden: 0,90 [0,76; 1,07]. Figuur 5.18 toont dat de meeste locaties een effectiviteitsindex tussen 0,5 en 1 hebben. Daarnaast zijn er ook verschillende locaties met een effectiviteitsindex tussen 1 en 1,5 en rond 2. Er is wel een duidelijke indicatie naar een daling van het aantal ongevallen, maar wegens het lage aantal locaties is het moeilijker om significante resultaten te bekomen.



Figuur 5.18 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met letselongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik ter controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend

5.1.2.2 Ernstige ongevallen

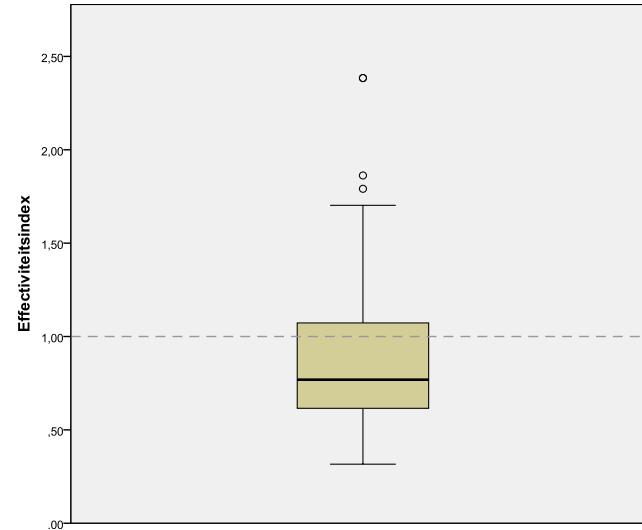
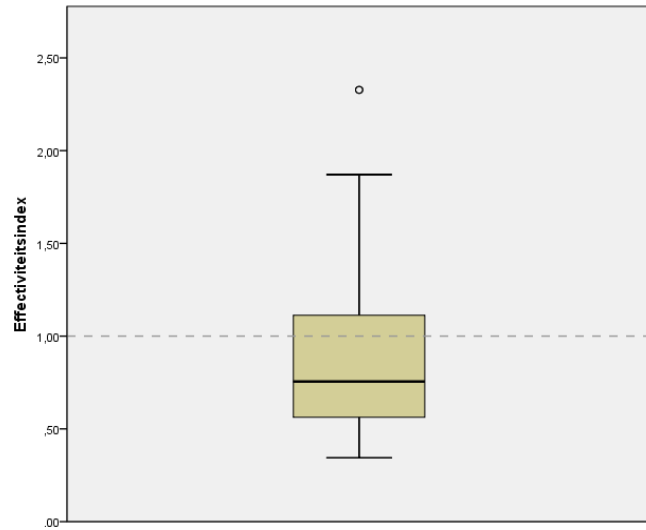
Ook wat betreft het effect op ernstige ongevallen werden analyses uitgevoerd. Probleem hierbij is echter dat het totale aantal ongevallen opgenomen in de meta-analyse heel laag is (zie Figuur 4.8). Dit wegens het feit dat er slechts een beperkt aantal locaties met werken aanwezig zijn (32 locaties) en het aantal ernstige ongevallen per locatie beperkt is. Daarom is het moeilijk significante conclusies te trekken uit deze meta-analyses. Het ongevallenverloop in Figuur 5.19 geeft wel aan dat het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep sterker daalde dan het aantal ongevallen in beide vergelijkingsgroepen. Ook hier zijn de vergelijkingsgroepen dezelfde dan voor de analyses van SNC zonder werken. Het aantal ongevallen in vergelijkingsgroep 1 toont een meer grillig verloop, wat te verklaren is door het beperkte aantal ongevallen in deze onderzoeksgroep, waarbij kleine absolute veranderingen, leiden tot grote relatieve veranderingen. Vergelijkingsgroep 2 toont een meer stabiel verloop, waarbij overheen de onderzoeksperiode een daling in het aantal ongevallen wordt vastgesteld.



Figuur 5.19 Het procentuele verloop van het aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met SNC met werken en beide vergelijkingsgroepen

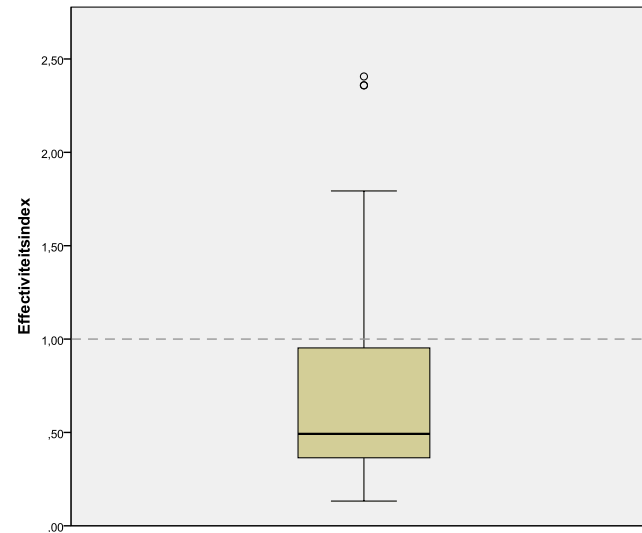
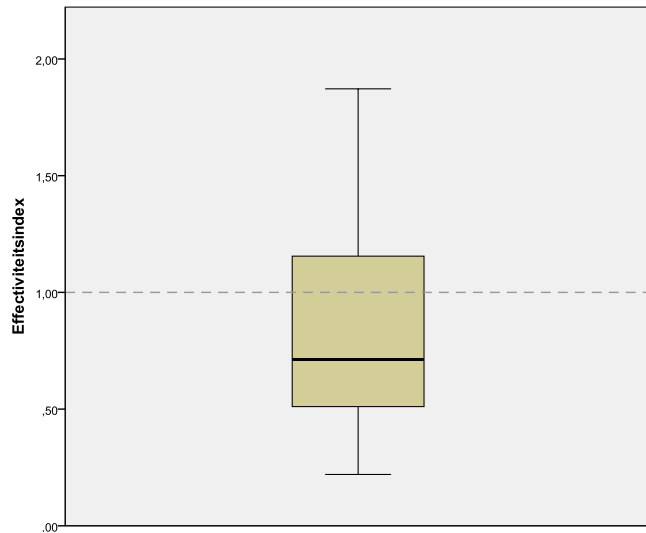
Figuur 5.20 geeft de boxplots van de vier analyses voor ernstige ongevallen van de SNC met werken. Hieruit is te zien dat voor alle vier de analyses, het hoogste deel van de locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 hebben. Uit deze resultaten, en uit het ongevallenverloop dat te zien is in Figuur 5.19 kan verwacht worden dat een daling in het aantal ongevallen zal worden waargenomen.

Figuur 5.20 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond SNC met werken



Figuur 5.20.a met VG1 ter controle van RTM en trend

Figuur 5.20.b met VG1 ter controle van RTM en VG2 voor trend

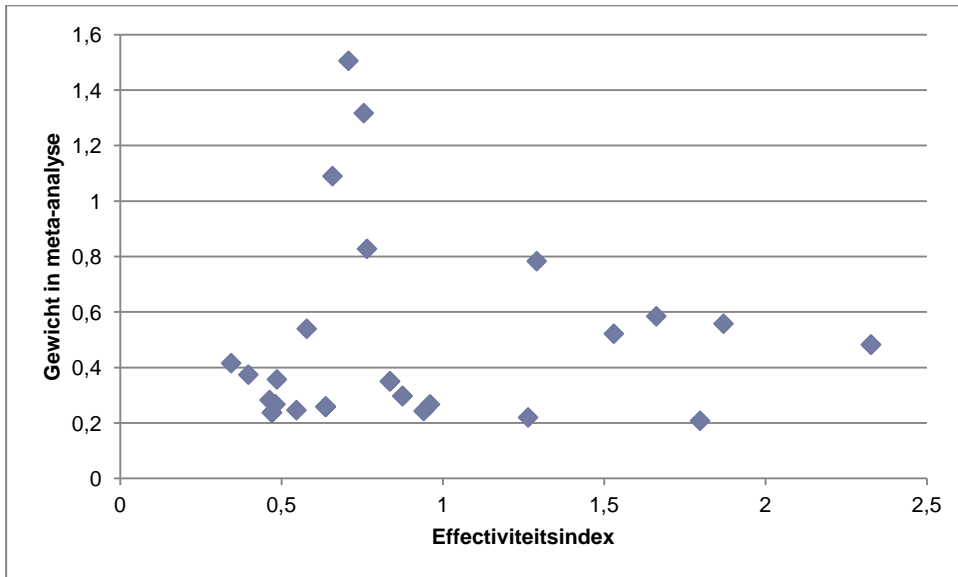


Figuur 5.20.c met methode Elvik ter controle van RTM en VG1 voor trend

Figuur 5.20.d met methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.1.2.2.1 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG1

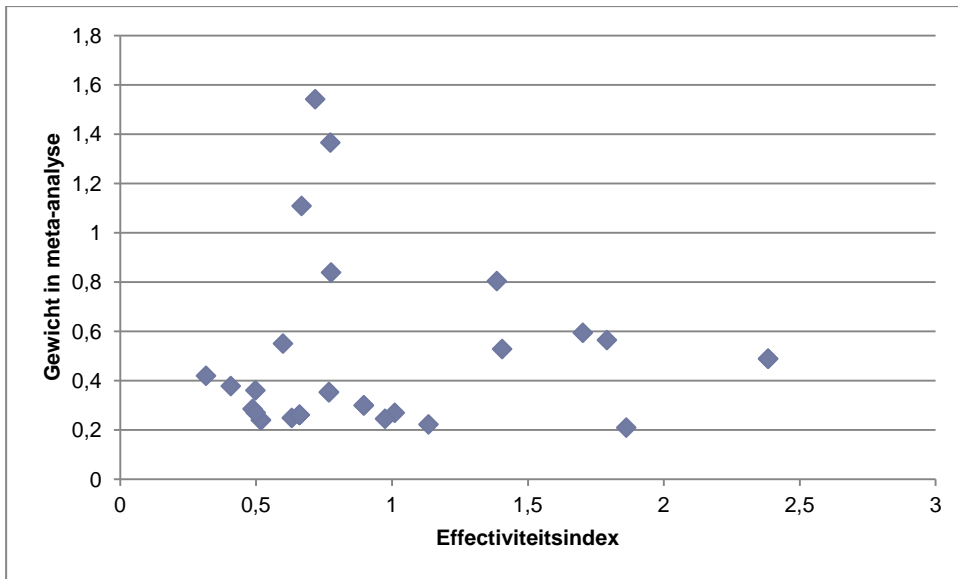
De analyse met vergelijkingsgroep 1 ter controle van RTM en trend toont een effectiviteitsindex van 0,84 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,50; 1,41]. Dit resultaat wijst op een daling in het aantal ongevallen. Echter ligt 1 in het betrouwbaarheidsinterval, wat wijst op een niet significant resultaat. Tevens is het betrouwbaarheidsinterval heel breed, wat te wijten is aan het lage ongevalenaantal in de onderzoeksgroep. Toch is er een duidelijke indicatie tot een daling in het aantal ernstige ongevallen, wat ook te zien is in Figuur 5.21, waar het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex tussen 0,5 en 1 hebben, welke tevens het grootste gewicht krijgen.



Figuur 5.21 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met VG1 als controle voor RTM en trend

5.1.2.2.2 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG2

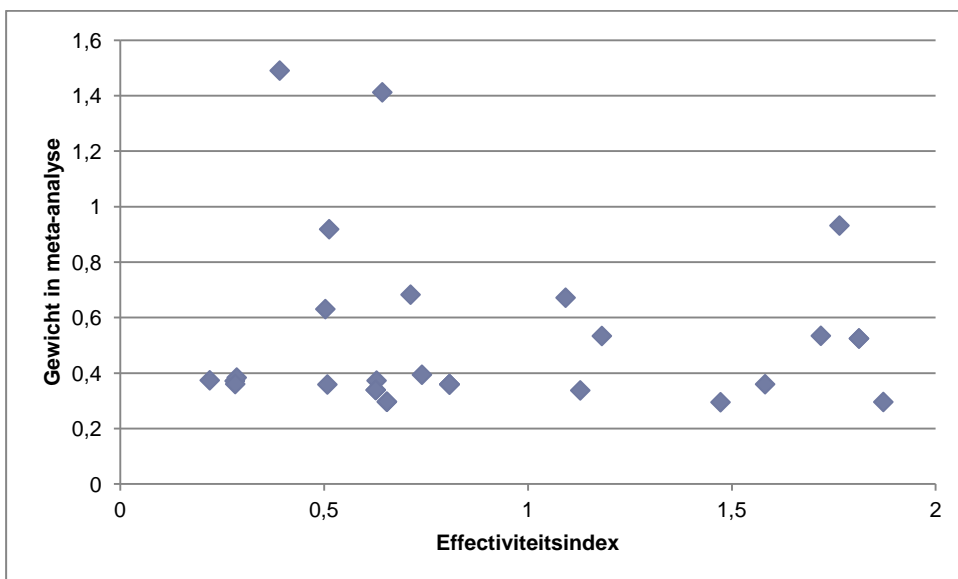
Indien gebruik gemaakt wordt van vergelijkingsgroep 2 ter controle van de trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,85 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,51; 1,43] bekomen. Ook hier wordt geen significant verschil in het aantal ongevallen gevonden. Maar ook hier is een duidelijke indicatie tot een daling in het aantal ongevallen, waarbij hetzelfde patroon waar te nemen is in Figuur 5.22



Figuur 5.22 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met VG1 als controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend

5.1.2.2.3 *Controle van RTM: Methode Elvik ; controle van trend: VG1*

Bij het hanteren van de methode volgens Elvik om te controleren voor RTM, en vergelijkingsgroep 1 ter controle van trend, wordt een effectiviteitsindex lager dan 1 gevonden, namelijk 0,73. Echter ook dit resultaat is niet significant, waarbij een betrouwbaarheidsinterval van [0,44; 1,19] gevonden wordt.

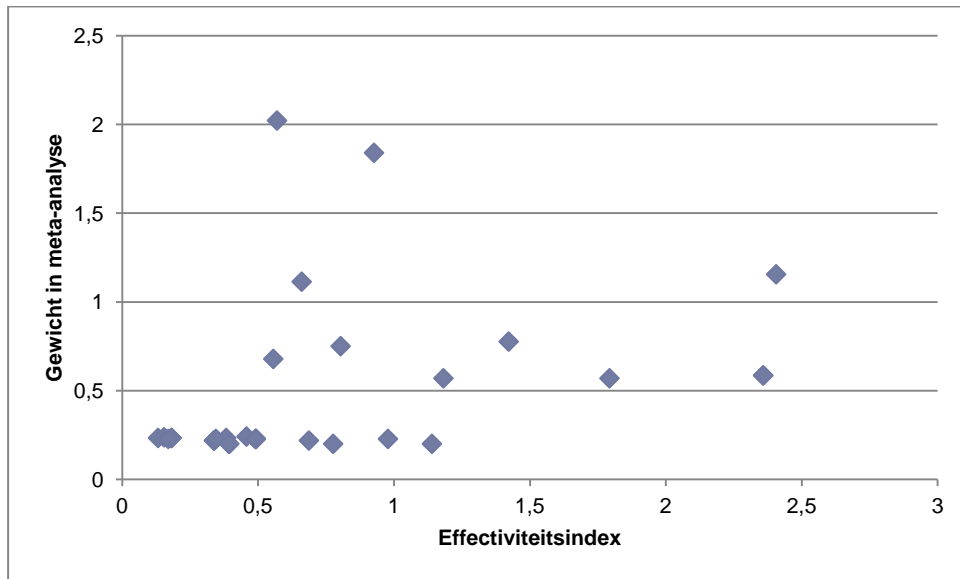


Figuur 5.23 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG1 ter controle van de trend

5.1.2.2.4 *Controle van RTM: methode Elvik ; controle van trend: VG2*

Tenslotte worden ook voor de vierde analyse geen significante resultaten gevonden: 0,77 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,46; 1,27]. Figuur 5.24 toont dat de meeste locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 hebben, terwijl slechts een beperkt aantal locaties een effectiviteitsindex hoger dan 1 hebben. Het niet significante resultaat is te wijten aan het lage

ongevallenaantal in de onderzoeksgroep, waardoor het betrouwbaarheidsinterval groter wordt en het bijgevolg moeilijker is significante resultaten af te leiden.



Figuur 5.24 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen van SNC met werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en VG2 ter controle van de trend

5.1.3 Conclusies effectiviteit SNC

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de resultaten van de analyses met de SNC. Deze resultaten tonen nog eens duidelijk dat voor alle meta-analyses een effectiviteitsindex lager dan 1 wordt gevonden, wat aanduidt dat het aantal ongevallen daalt, zowel op locaties zonder en met werken, als voor alle letselongevallen en specifiek voor de ernstige ongevallen.

Om een goede vergelijking mogelijk te maken, hanteren we de resultaten waarbij de methode van Elvik wordt gehanteerd ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend. Dit kunnen we beschouwen als de meest betrouwbare methode, aangezien hier geen gebruik gemaakt wordt van VG1. De methode volgens Elvik (2011) hanteert de onderzoeksgroep om te controleren voor de RTM. De vergelijkingsgroep wordt enkel gehanteerd om de overdispersiefactor (k) te berekenen, waardoor minder gesteund wordt op deze vergelijkingsgroep, die zoals voorgaand reeds bleek, minder betrouwbaar is. VG1 vertoont namelijk voor alle letselongevallen een stijging vanaf 2006. Deze stijging kan verklaard worden door het feit dat deze vergelijkingsgroep is samengesteld door locaties waar momenteel een aanvraag tot plaatsing van een flitspaal is ingediend, of waar de paal pas geplaatst is na 2008. Vaak wordt bij het plaatsen van een flitspaal gebaseerd op een hoog ongevallenaantal. Aangezien deze palen pas na 2008 geplaatst zijn of nog steeds in aanvraag zijn, bestaat de kans dat juist deze plaatsen een hoog ongevallenaantal kenden de jaren voordien. Voor de ernstige ongevallen wordt deze stijging niet waargenomen. Toch baseren we ons voor de finale conclusie op de analyses waarbij gebruik gemaakt werd van de methode volgens Elvik en VG2. Deze analyses tonen een daling in het aantal letselongevallen van 8% op plaatsen met een SNC zonder werken. Deze daling is echter net niet significant. Wel is er duidelijk een indicatie van daling, aangezien de bovenwaarde van het betrouwbaarheidsinterval dicht tegen 1 ligt. Wel is een duidelijk significante daling in het aantal ernstige ongevallen waar te nemen, dat een omvang van 29% aanneemt.

Wat betreft de SNC met werken worden gelijkaardige resultaten gevonden. Voor het totale aantal letselongevallen wordt een niet significante daling van 10% in het aantal letselongevallen waargenomen. Uit Figuur 5.13 is te zien dat het verloop van de onderzoeksgroep niet sterk afwijkt van het verloop van de vergelijkingsgroep, waardoor een niet significante verandering in het aantal ongevallen waargenomen wordt. Voor de ernstige ongevallen wordt een daling van 23% waargenomen, maar ook dit resultaat is niet significant. Figuur 5.14 toont nochtans een duidelijk verschil tussen het ongevallenverloop in de onderzoeksgroep en vergelijkingsgroep 2. Het feit dat geen significant resultaat gevonden wordt is dan ook te wijten aan het feit dat deze onderzoeksgroep slechts 31 locaties omvat. Bij een beperkt aantal locaties is het dan ook moeilijk om significante resultaten te verkrijgen, wat ook te zien is aan het brede betrouwbaarheidsinterval. Concreet kan hier geconcludeerd worden dat de SNC slechts een beperkt effect hadden op het totale

aantal letselongevallen, maar dat deze wel een duidelijk effect hadden op het aantal ernstige ongevallen.

Tabel 5.1 Overzicht van de resultaten van de analyses van SNC (met gebruik van enkel FODdata), uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI]

	Zonder werken		Met werken	
	Alle letselongevallen	Ernstige ongevallen	Alle letselongevallen	Ernstige ongevallen
Controle RTM: VG1 + controle trend: VG1	0,79 [0,71; 0,89]**	0,71 [0,53; 0,97]**	0,75 [0,63; 0,90]**	0,84 [0,50; 1,41]
Controle RTM: VG1 + controle trend: VG2	0,90 [0,80; 1,00]*	0,72 [0,53; 0,98]**	0,90 [0,75; 1,07]	0,85 [0,51; 1,43]
Controle RTM: methode Elvik + Controle trend: VG1	0,81 [0,72; 0,90]**	0,69 [0,53; 0,91]**	0,75 [0,63; 0,89]**	0,73 [0,44; 1,19]
Controle RTM: methode Elvik + Controle trend: VG2	0,92 [0,82; 1,02]	0,71 [0,54; 0,92]**	0,90 [0,76; 1,07]	0,77 [0,46; 1,27]

*p<0,10

** p<0,05

5.2 Analyses met FODdata – RLC

Naast het effect van SNC wordt in dit hoofdstuk het effect van de RLC onderzocht, waarbij enkel gebruik wordt gemaakt van FODdata. Ook hier wordt een opdeling gemaakt tussen RLC met werken en RLC zonder werken en wordt het effect op enerzijds alle letselongevallen en anderzijds ernstige ongevallen onderzocht.

Om te controleren voor regressie naar het gemiddelde kan gebruik gemaakt worden van vergelijkingsgroep 1, de methode volgens Elvik en het risicomodel. Om te controleren voor trend wordt gebruik gemaakt van vergelijkingsgroep 1 en 2. Daartoe konden volgende analyses worden uitgevoerd:

- RLC zonder werken
 - o Alle letselongevallen
 - controle voor RTM: vergelijkingsgroep 1; controle voor trend: vergelijkingsgroep 1
 - controle voor RTM: vergelijkingsgroep 1; controle voor trend: vergelijkingsgroep 2
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: vergelijkingsgroep 1
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: vergelijkingsgroep 2
 - controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: vergelijkingsgroep 1
 - controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: vergelijkingsgroep 2
 - o Ernstige ongevallen

Zoals verder (zie 5.2.1.2) wordt weergegeven, is het aantal ernstige ongevallen in vergelijkingsgroep 1 enorm laag (9 tot 13 ongevallen), waardoor deze niet als vergelijkingsgroep kan opgenomen worden. Dit leidt tot een sterke restrictie van het aantal analyses:

 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2
 - controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: VG 2
- RLC met werken

Aangezien vergelijkingsgroep 1 niet betrouwbaar is voor alle letselongevallen, en te klein voor de ernstige ongevallen, worden in de analyses met RLC met werken, geen gebruik meer gemaakt van VG1.

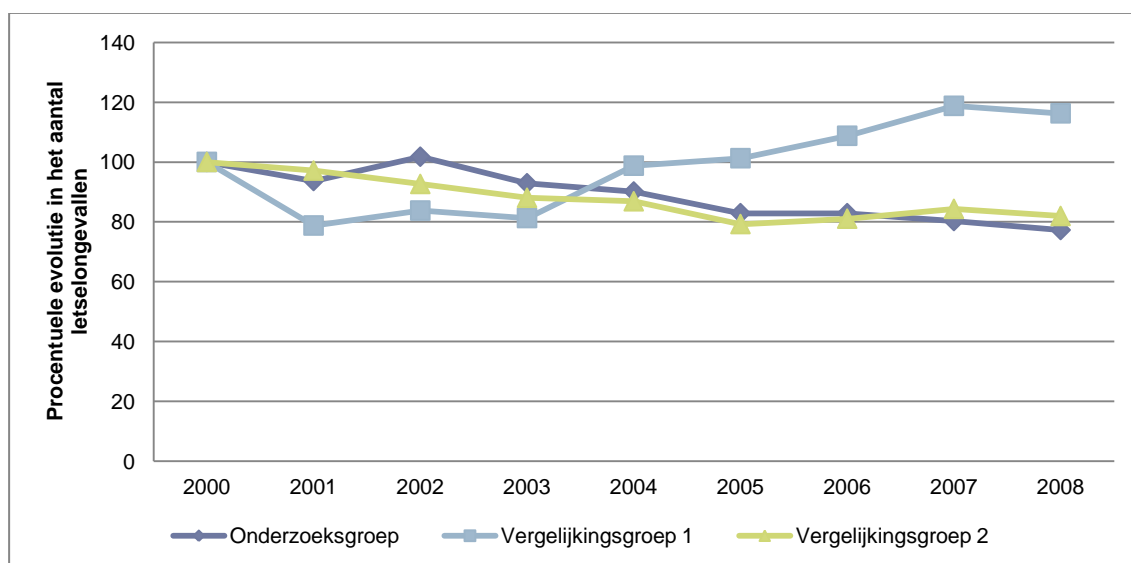
 - o Alle letselongevallen

- controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2
- controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: VG 2
- Ernstige ongevallen
 - controle voor RTM: methode Elvik; controle voor trend: VG 2
 - controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: VG 2

5.2.1 RLC zonder werken

5.2.1.1 Alle letselongevallen

In eerste instantie wordt het effect van RLC zonder werken op het aantal letselongevallen onderzocht. Hier bestond de onderzoeksgroep uit 253 locaties en vergelijkgroep 1 uit 34 locaties. Figuur 5.25 toont het relatieve verloop van het ongevallenaantal in de onderzoeksgroep en beide vergelijkgroepen. Hierbij is te zien dat de ongevallen op de onderzoekslocaties hetzelfde verloop vertonen dan de ongevallen in vergelijkgroep 2. Gedurende de jaren 2000 tot en met 2008 verlopen beide groepen bijna parallel. Vergelijkgroep 1 daarentegen wijkt hier sterk van af, waarbij een stijging in het aantal ongevallen te zien is vanaf 2003. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat het aantal locaties in deze vergelijkgroep vrij laag is, namelijk 34 sites. Evenwel is deze groep voor de analyses met alle letselongevallen voldoende groot. Zoals te zien was in Figuur 4.5 (p48) telt de voor- en naperiode minstens 150 ongevallen, wat door Hauer (1997) aanzien wordt als voldoende om deze groep te hanteren als vergelijkgroep. Het aantal ernstige ongevallen is wel onvoldoende, zodat deze vergelijkgroep niet zal kunnen gebruikt worden bij de analyses met ernstige ongevallen.

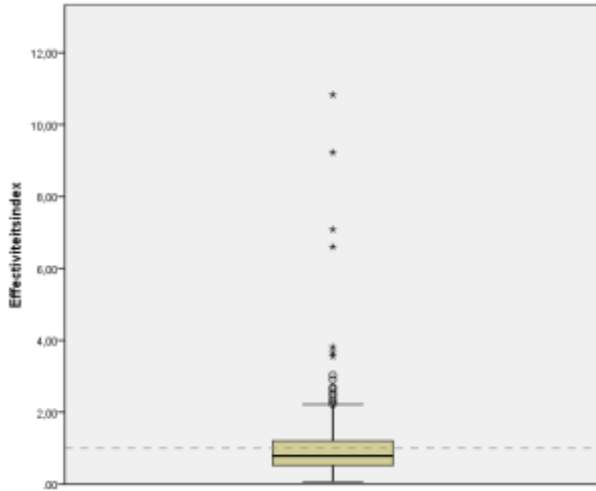


Figuur 5.25 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep en beide vergelijkgroepen op locaties met een RLC, waar geen werken plaatsvonden (analyses met enkel FODdata)

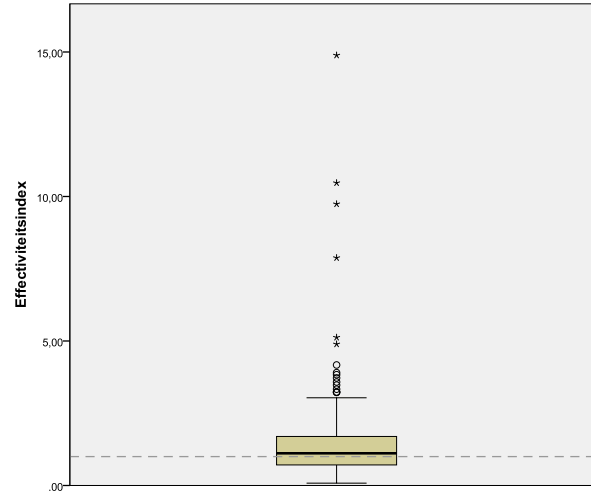
Figuur 5.26 biedt reeds een zicht op de spreiding van de effectiviteitsindexen van de individuele locaties. Hieruit is duidelijk te zien dat voor alle analyses heel wat uitschieters gevonden worden, met effectiviteitsindexen tot 15. Deze individuele waarden hebben op zich weinig statistische betekenis. Uit Figuur 5.26.a, dat de resultaten van de analyses weergeeft waarbij gebruik wordt gemaakt van vergelijkgroep 1 voor RTM en trend, blijkt dat tussen de 50 en 75% van de locaties een effectiviteitsindex onder 1 vertonen. Indien vergelijkgroep 2 gehanteerd wordt ter controle van de trend, ligt het aandeel van de locaties met een effectiviteitsindex onder 1, iets lager dan de helft (Figuur 5.26.b). Op Figuur 5.26.c, dat de resultaten van de analyses met de methode van Elvik ter controle van de RTM en vergelijkgroep 1 ter controle van trend hanteert, ligt bijna 75% van de locaties onder 1. Bij trendcorrectie door middel van vergelijkgroep 2, zakt dit weer tot bijna de

helft. Een vergelijkbaar resultaat, echter met heel wat minder sterke uitschieters, wordt gevonden bij gebruik van het risicomodel ter controle van de trend (zie Figuur 5.26.e en f). De effectiviteitsindex bij gebruik van VG2 ter controle van de trend is dus duidelijk lager dan wanneer VG1 gehanteerd wordt. Dit kan toegeschreven worden aan het feit dat in VG1 een stijging in het aantal ongevallen gevonden wordt vanaf 2004, wat er voor zorgt dat het verschil met de onderzoeksgroep groter wordt. Daarom dient VG1 omzichtig gehanteerd te worden, mede wegens het feit dat deze slechts 34 locaties omvat. Vervolgens zal in volgende resultaten vooral aandacht gegeven worden aan de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend enerzijds en de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van het risicomodel ter controle van de RTM en VG2 ter controle van trend anderzijds. Wel geven we ter volledigheid ook de resultaten van de analyses weer waarbij gebruik gemaakt wordt van VG1.

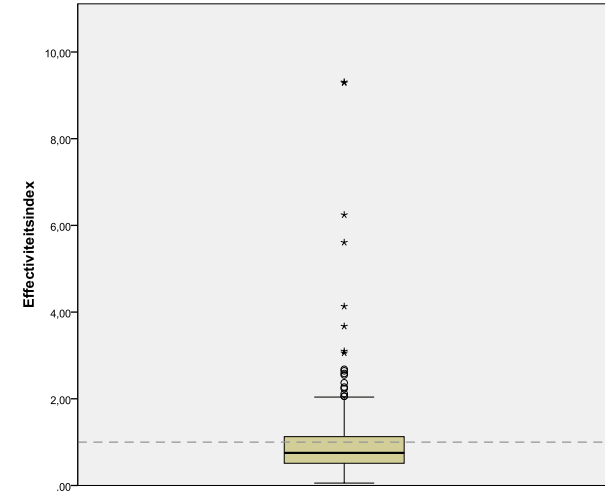
Figuur 5.26 Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC zonder werken



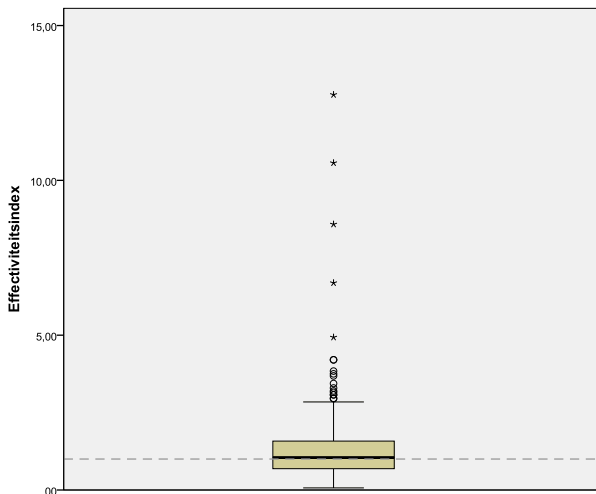
Figuur 5.26.a met VG1 ter controle van RTM en trend



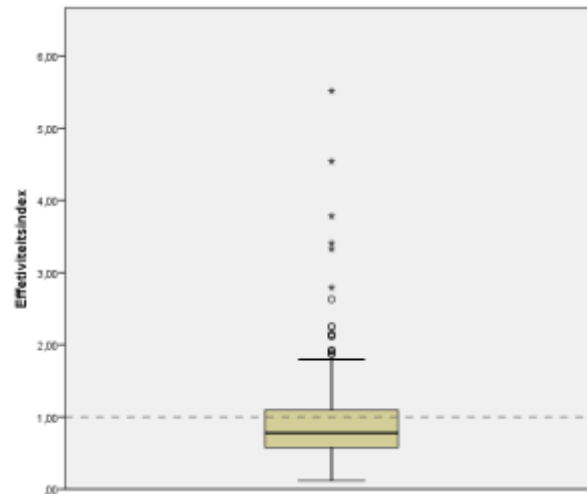
Figuur 5.26.b met VG1 ter controle van RTM en VG2 voor trend



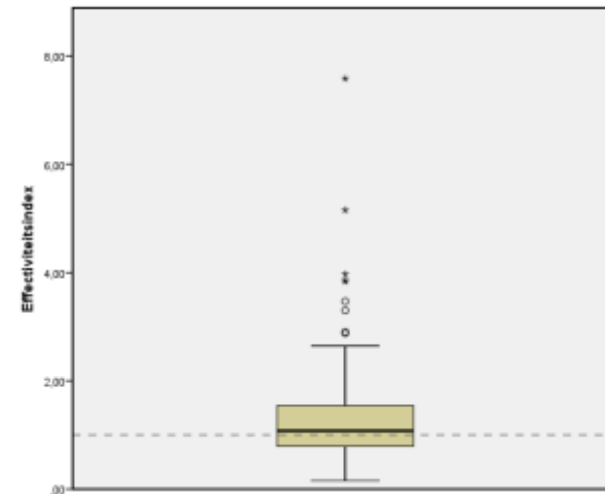
Figuur 5.26.c met methode Elvik ter controle van RTM en VG1 voor trend



Figuur 5.26.d met methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend



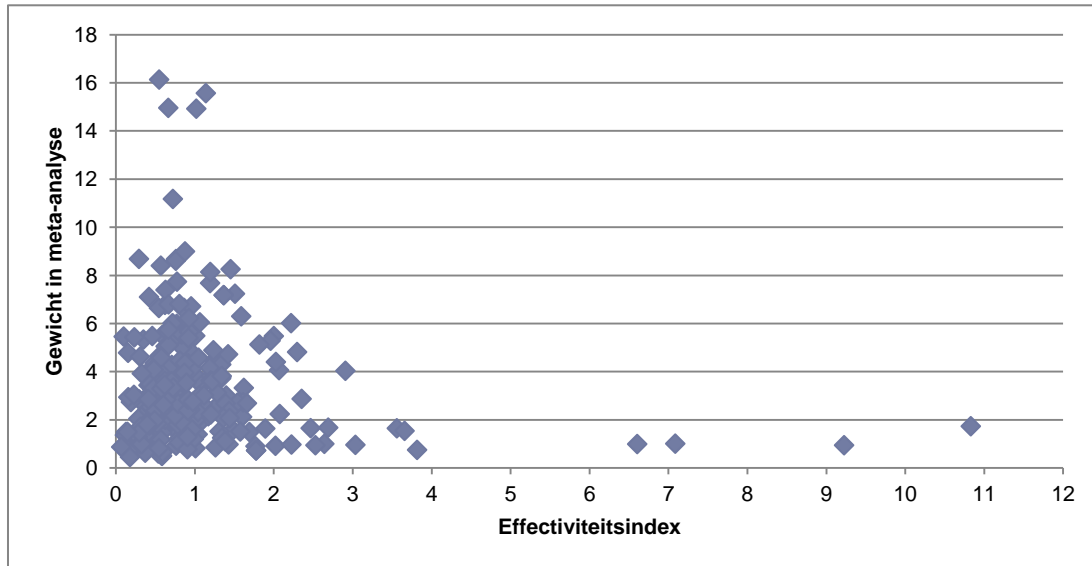
Figuur 5.26.e met risicomodel ter controle van RTM en VG1 voor trend



Figuur 5.26.f met risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.2.1.1.1 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG1

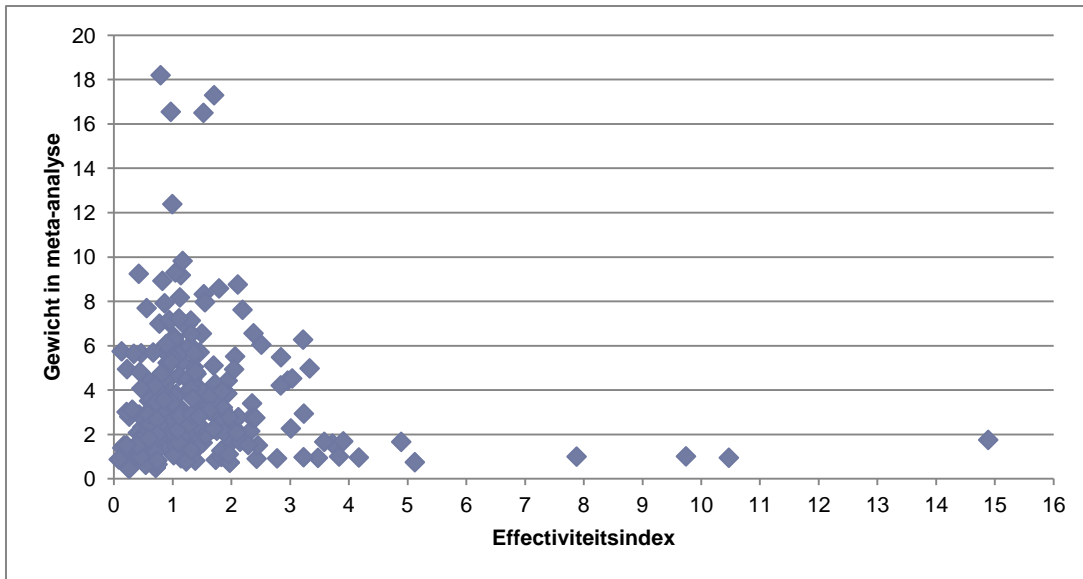
Bij gebruik van VG1 ter controle van de trend en RTM, wordt een effectiviteitsindex van 0,79, met een betrouwbaarheidsinterval van [0,73; 0,84] gevonden. Dit wijst op een significante daling in het aantal letselongevallen van 21%. Uit Figuur 5.27 is duidelijk te zien dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 hebben. Tevens worden de hoogste gewichten toegekend aan de locaties met een effectiviteitsindex net onder 1. Een aantal locaties hebben een heel hoge effectiviteitsindex, echter hierbij is te zien dat deze slechts een beperkt gewicht krijgen in de meta-analyse.



Figuur 5.27 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 ter controle voor RTM en trend

5.2.1.1.2 Controle van RTM: VG1; controle van trend: VG2

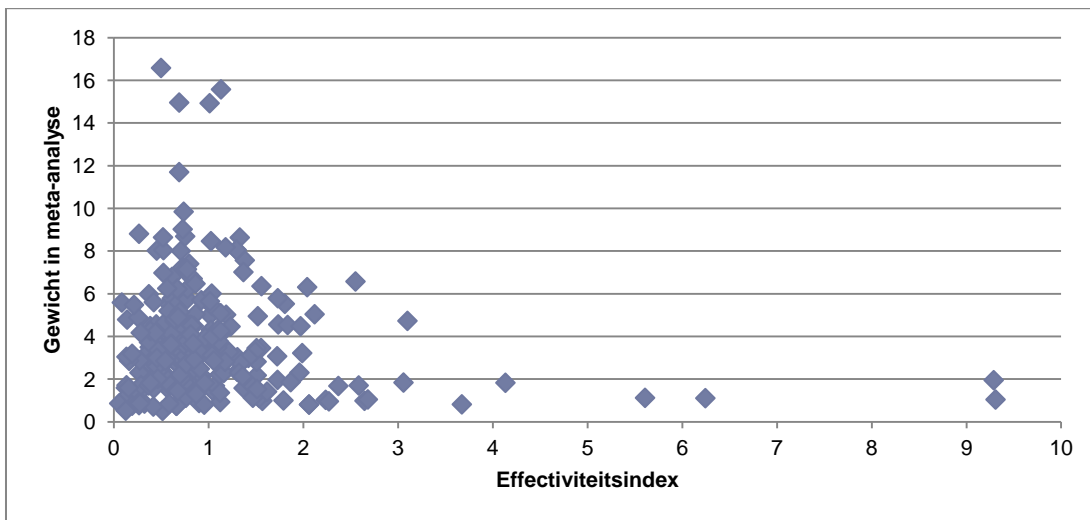
Indien vergelijkingsgroep 2 gehanteerd wordt ter controle van de trend wordt een effectiviteitsindex gevonden van 1,09 met een betrouwbaarheidsinterval van [1,02; 1,17]. Dit resultaat wijst op een stijging in het aantal ongevallen met 9%, maar dient genuanceerd te worden. Uit Figuur 5.25 is duidelijk te zien dat het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep gelijk loopt met het aantal ongevallen in vergelijkingsgroep 2. Volgens het resultaat dat hier gevonden wordt, wordt een stijging in het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep in vergelijking met vergelijkingsgroep 2 waargenomen. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat vergelijkingsgroep 1 gehanteerd wordt ter controle van de RTM. Deze vergelijkingsgroep vertoont namelijk tot 2003 een daling, die zelfs tot 20% bedraagt in 2001. Indien deze vergelijkingsgroep gebruikt wordt ter controle van RTM, bestaat de kans dat het aantal ongevallen in de voorperiode veel lager wordt ingeschat dan deze werkelijk waren, waardoor een stijging werd vastgesteld van de voor- naar de naperiode.



Figuur 5.28 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend

5.2.1.1.3 Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG1

Bij gebruik van de methode van Elvik ter controle van RTM en VG1 ter controle van de trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,76 gevonden, met een betrouwbaarheidsinterval van [0,71; 0,81]. Deze analyse wijst op een significante daling in het aantal ongevallen van 25%. Echter ook hier dient er gewezen te worden op de beperkte betrouwbaarheid van vergelijkingsgroep1.

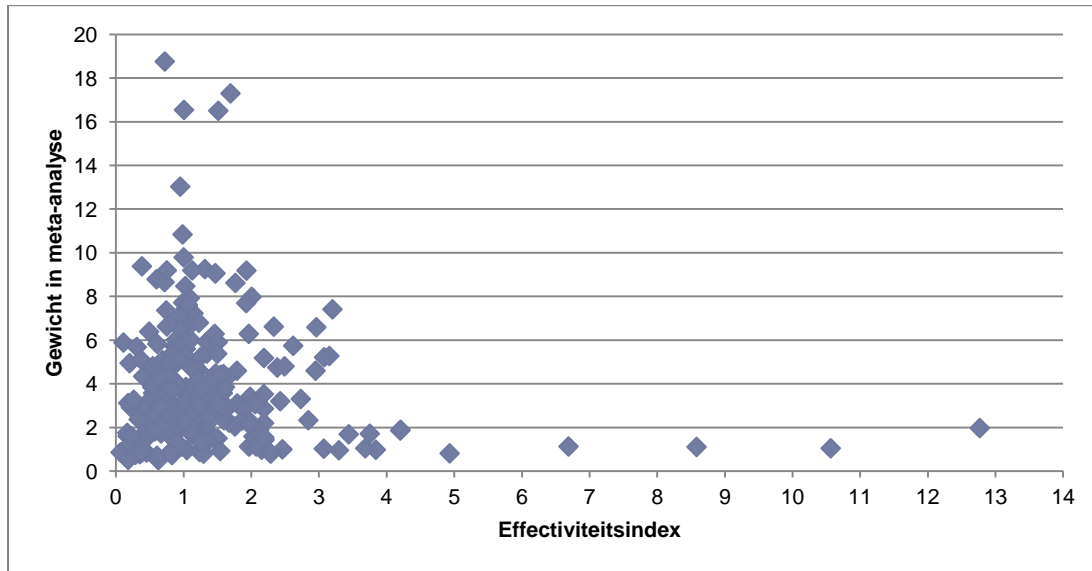


Figuur 5.29 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 1 voor de trend

5.2.1.1.4 Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG2

Het hanteren van de methode van Elvik ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van de trend, kan beschouwd worden één van de meest betrouwbare resultaten. In deze analyse wordt

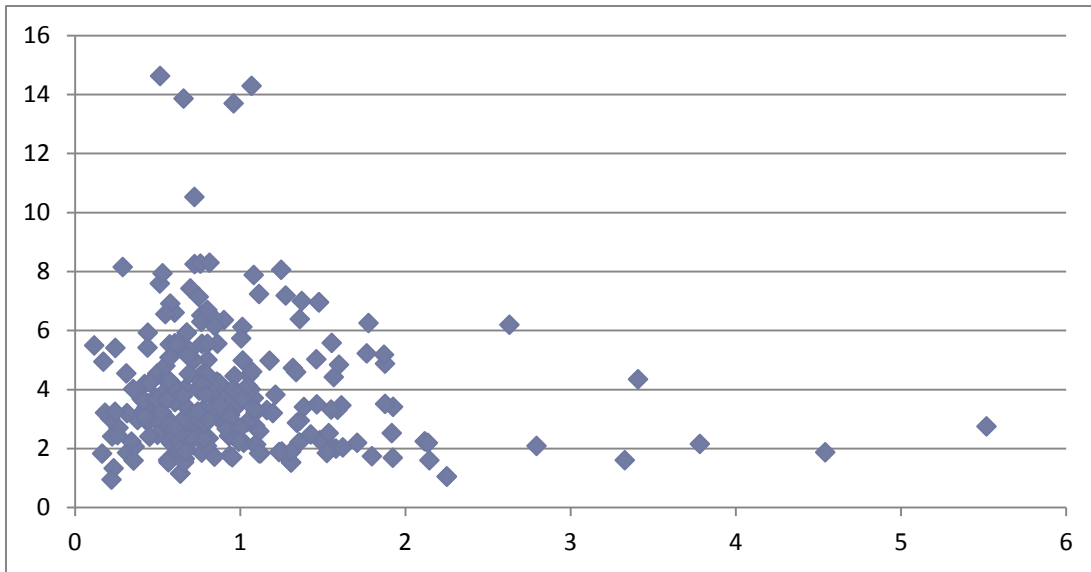
namelijk geen gebruik gemaakt van VG1, die niet geheel als betrouwbaar kan worden beschouwd. De resultaten van de studie met deze variabelen toont een effectiviteitsindex van 1,05 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,98; 1,12]. De beste schatting is een niet-significante stijging van het aantal ongevallen met 5%. Aangezien 1 in het interval valt, wijst dit er op dat er geen veranderingen waren in het aantal ongevallen van de voor- naar de naperiode. Dit kon ook al duidelijk vastgesteld worden in Figuur 5.25. Figuur 5.30 toont dat heel wat locaties een effectiviteitsindex hebben tussen 0 en 2, waarbij het grootste aantal ligt rond 1.



Figuur 5.30 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen van RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend

5.2.1.1.5 Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG1

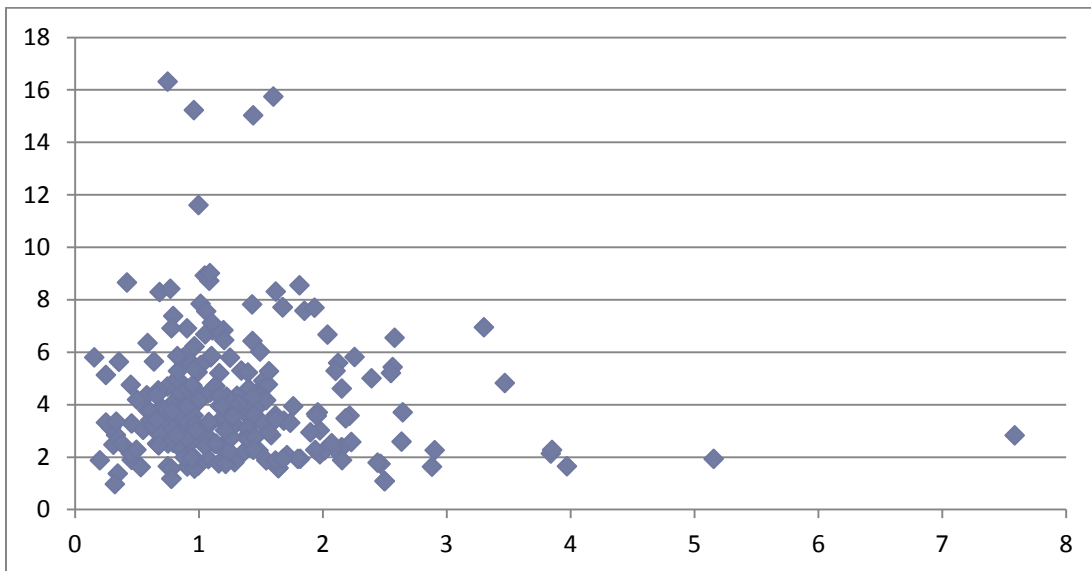
Een derde methode om te controleren voor RTM is het gebruik van een risicomodel. Dit gebruik van het risicomodel ter controle voor RTM in combinatie met VG1 ter controle van trend, toont een effectiviteitsindex van 0,79 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,74;0,84]. Dit wijst op een significante daling in het aantal ongevallen met 21%.



Figuur 5.31 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met gebruik van het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 1 voor de trend

5.2.1.1.6 *Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG2*

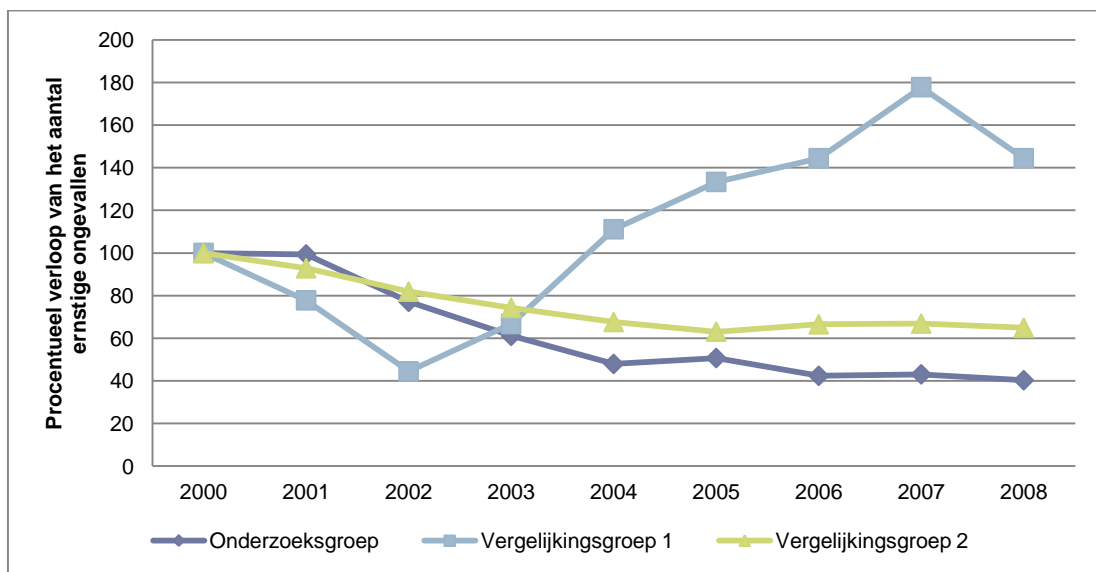
De analyses met gebruik van het risicomodel ter controle van RTM en VG2 kunnen eveneens beschouwd worden als een betrouwbaar resultaat, aangezien geen gebruik gemaakt wordt van VG1. Deze analyses tonen een effectiviteitsindex van 1,09, met een betrouwbaarheidsinterval van [1,03; 1,16]. De beste schatting is een significante stijging van 9%. Figuur 5.32 toont dat een groot deel van de onderzoekslocaties een effectiviteitsindex rond 1 hebben. Ook de hoogste gewichten worden gegeven aan locaties met een effectiviteitsindex rond of net hoger dan 1.



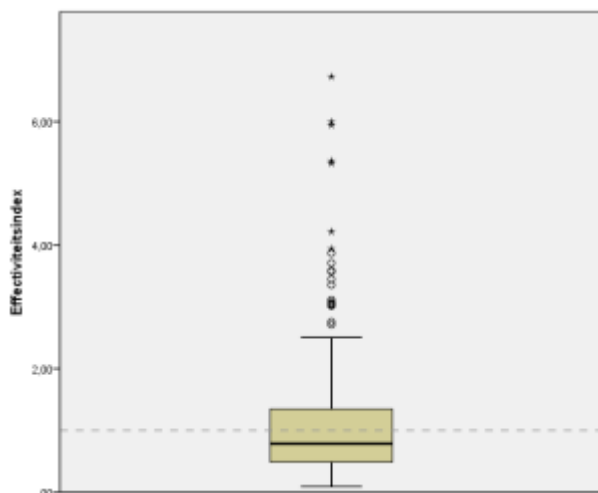
Figuur 5.32 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC zonder werken, met gebruik van het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend

5.2.1.2 Ernstige ongevallen

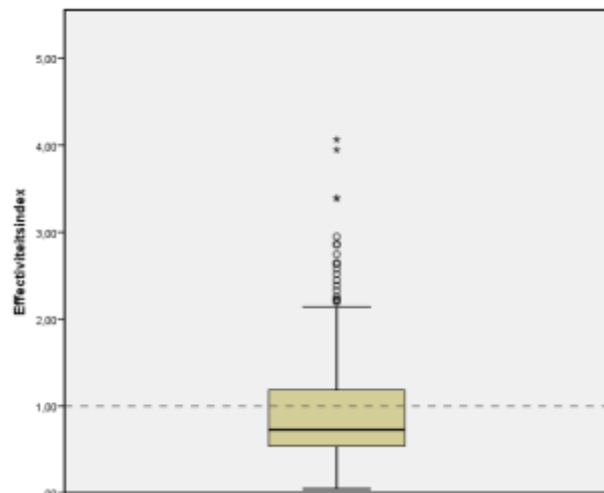
De grafiek met de ernstige ongevallen aan RLC zonder werken (Figuur 5.33), toont een ietwat ander verloop dan voor alle letselongevallen. Eerst en vooral is te zien dat de ongevallen op de onderzoekslocaties iets sterker daalt dan de ongevallen uit VG2, terwijl bij alle letselongevallen beide groepen een gelijkaardig verloop vertoonden. Daarnaast is te zien dat voor VG1, het aantal ongevallen vanaf 2002 heel sterk stijgt. Echter het aantal ongevallen dat hierin wordt opgenomen is enorm laag (9 tot 13 ongevallen, zie Figuur 4.5, p48), wat maakt dat deze vergelijkingsgroep niet betrouwbaar genoeg is om analyses mee uit te voeren. Daarom worden in de analyses met de ernstige ongevallen, enkel de methode volgens Elvik enerzijds en het risicomodel anderzijds gehanteerd ter controle van de RTM en vergelijkingsgroep 2 in beide gevallen ter controle van de trend. Figuur 5.34.a en 5.34.b tonen de boxplots van de effectiviteitsindexen indien deze analyse wordt uitgevoerd. Beide figuren vertonen vrij gelijkaardige resultaten, met heel wat uitschieters. Wel liggen er bij gebruik van het risicomodel iets meer locaties onder een effectiviteitsindex van 1.



Figuur 5.33 Aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC zonder werken en beide vergelijkingsgroepen (voor analyses met enkel FODdata)



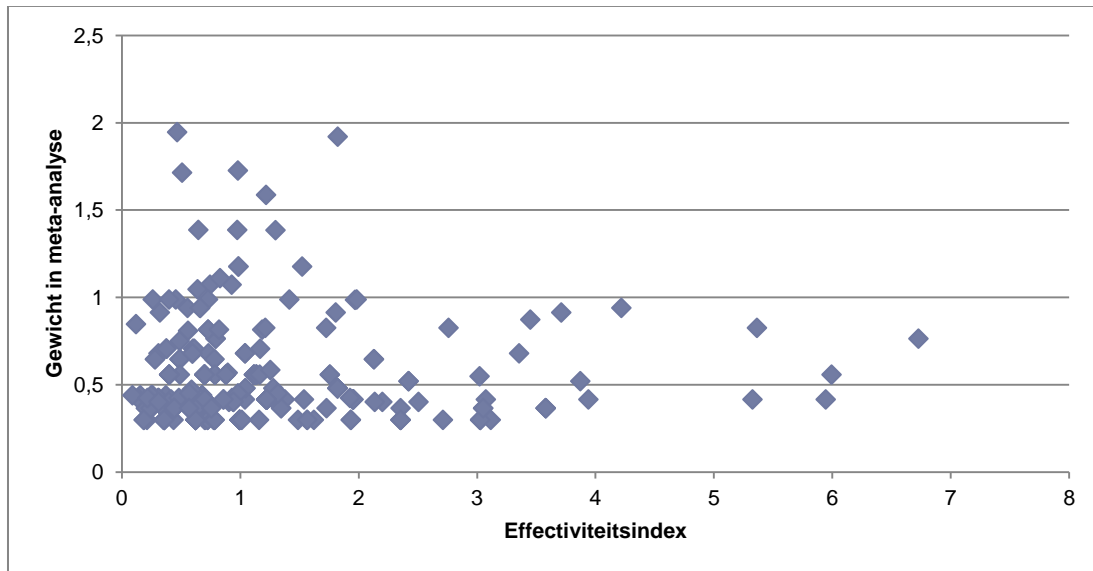
Figuur 5.34.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC zonder werken, met methode Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend



Figuur 5.34.b Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC zonder werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.2.1.2.1 Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG2

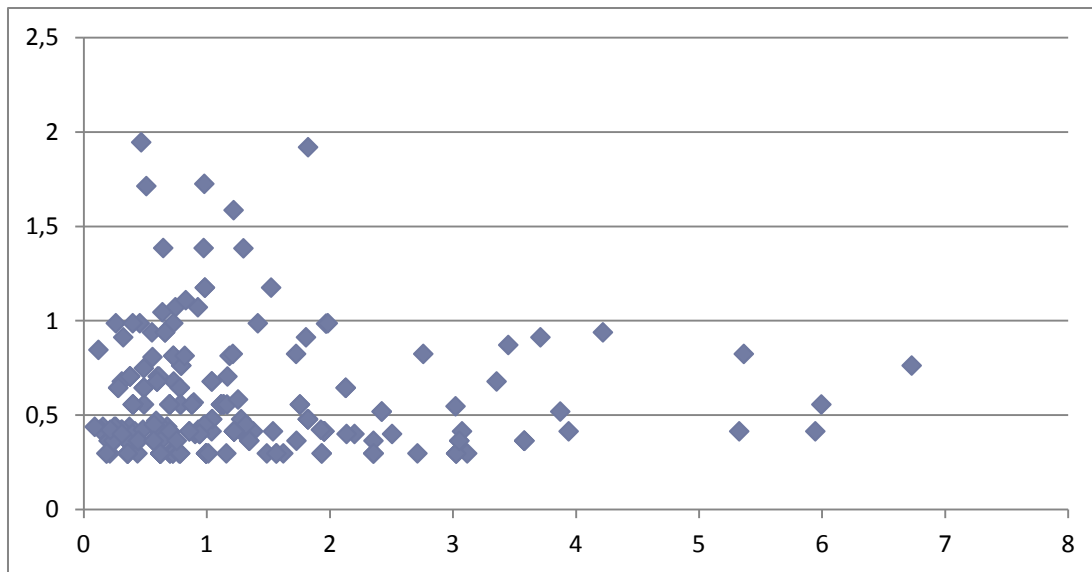
Een meta-analyse van deze resultaten toont een effectiviteitsindex van 0,86 [0,73; 1,02]. Dit duidt op een net niet significante daling van 14% in het aantal ernstige ongevallen. Wel ligt de bovengrens dicht bij 1, waaruit kan geconcludeerd worden dat er toch gesproken kan worden van een dalende trend. Figuur 5.35 laat duidelijk zien dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 hebben. Wel zijn er ook heel wat locaties met een effectiviteitsindex groter dan 1, die zelfs reiken tot 7.



Figuur 5.35 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, met de methode van Elvik als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend

5.2.1.2.2 Controle voor RTM: risicomodel; controle voor trend: VG2

Bij gebruik van het risicomodel ter controle van RTM, wordt een effectiviteitsindex van 0,82; met een betrouwbaarheidsinterval van [0,70; 0,96] gevonden. Dit wijst op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 18%. Figuur 5.36 toont dat het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex onder 1 hebben, waar tevens de locaties met het grootste gewicht zich bevinden.

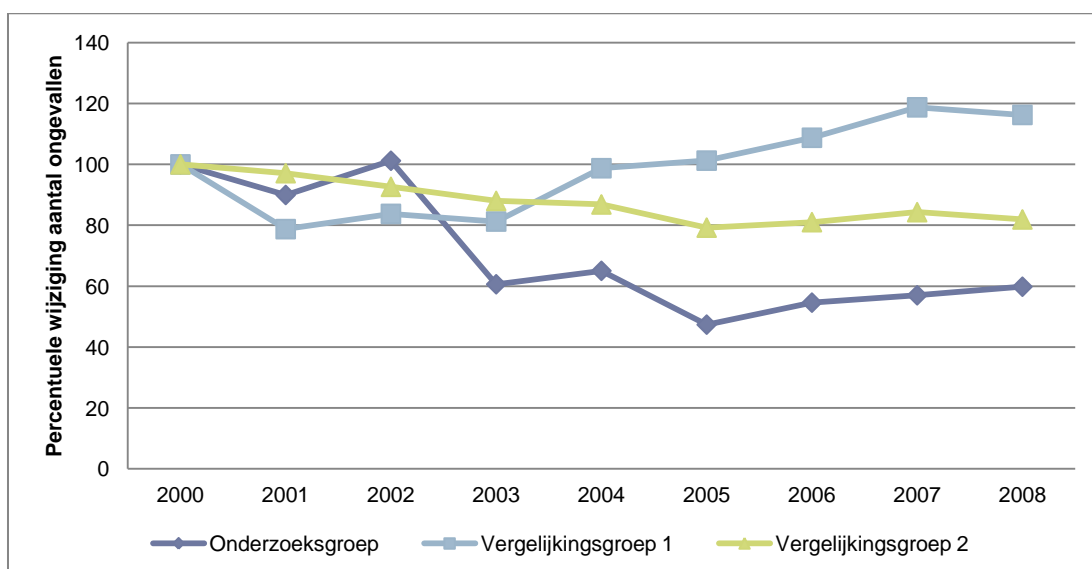


Figuur 5.36 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, met het risicomodel als controle voor RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend

5.2.2 RLC met werken

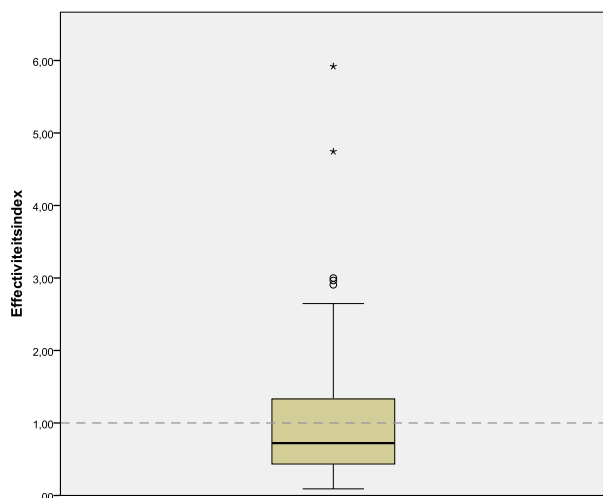
5.2.2.1 Alle letselongevallen

Figuur 5.37 toont het ongevalverloop van de RLC met werken (77 locaties) en beide vergelijkingsgroepen. Aangezien voor de analyses van de RLC zonder werken en met werken dezelfde vergelijkingsgroepen worden gebruikt, duikt hier ook hetzelfde probleem op aangaande vergelijkingsgroep 1. Daarom wordt in onderstaande resultaten enkel de resultaten van de analyses weergegeven waarbij gebruik gemaakt wordt van de methode van Elvik en het risicomodel ter controle van de RTM en vergelijkingsgroep 2 ter controle van de trend. In vergelijking met vergelijkingsgroep 2, vertoont de onderzoeksgroep hier een veel sterkere daling.

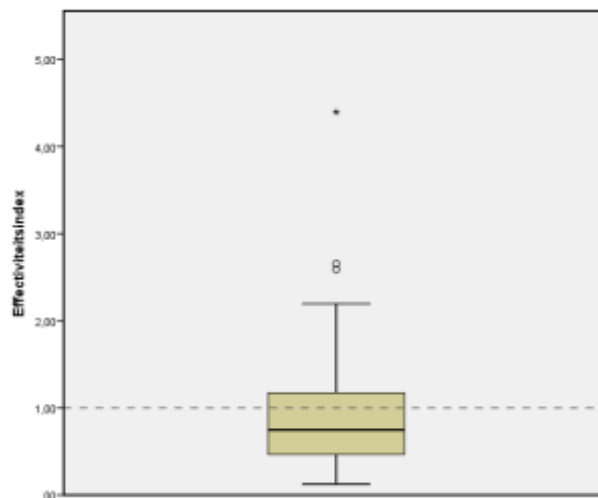


Figuur 5.37 Aantal letselongevallen in de onderzoeksgroep van RLC met werken en beide vergelijkingsgroepen (voor analyses met enkel FODdata)

Figuur 5.38.a toont de boxplot van de resultaten van de analyse waarbij gebruik gemaakt wordt van de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend. Hieruit is te zien dat tussen de 50 en 75% van de locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 hebben. Een vergelijkbaar resultaat wordt gevonden wanneer de regressie naar het gemiddelde wordt gecontroleerd door middel van het risicomodel.



Figuur 5.38.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC met werken met methodiek Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend

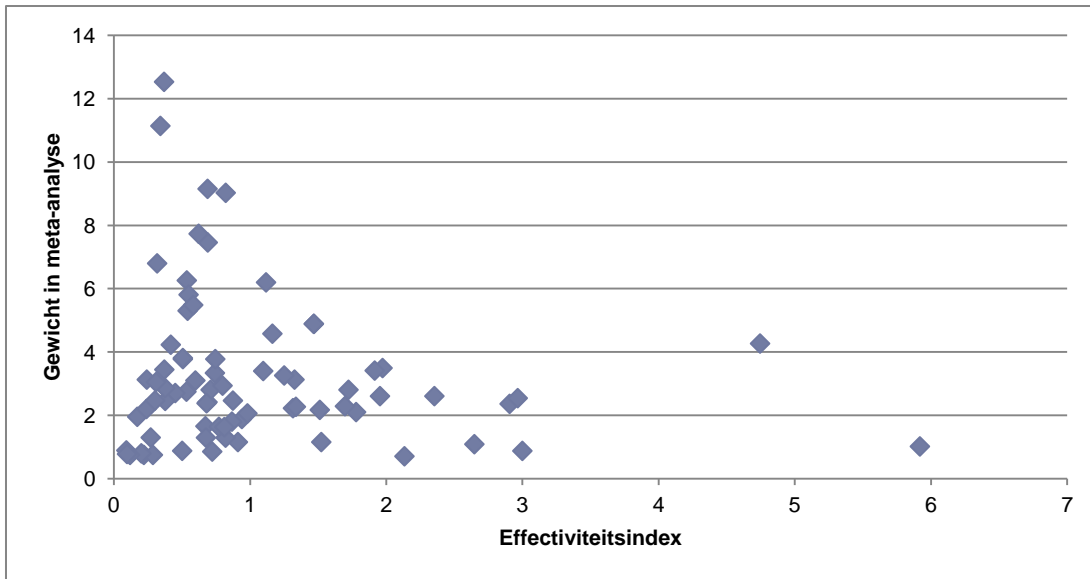


Figuur 5.39.b Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor alle letselongevallen rond RLC met werken met risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.2.2.1.1 Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG2

5.2.2.1.2 De analyse met het gebruik van de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter van de trend kan, zoals eerder weergegeven, beschouwd worden als de meest betrouwbare Deze analyse gaf een effectiviteitsindex van 0,72 en een betrouwbaarheidsinterval van [0,63; Ook deze analyse geeft een duidelijke daling in het aantal ongevallen weer, en dit met gemiddeld 28%. Dat is ook te zien in Figuur 5.40

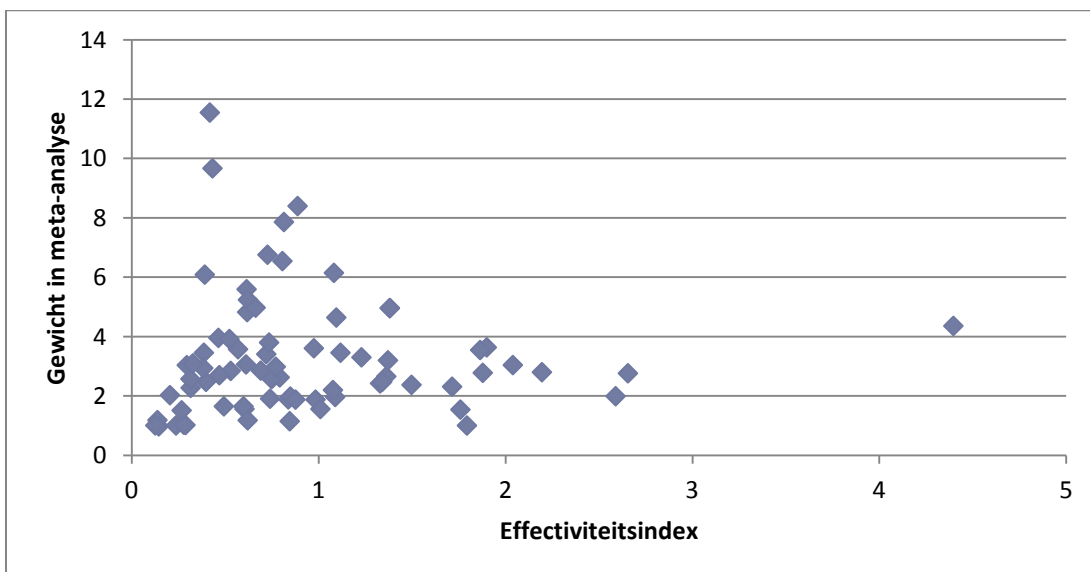
Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG2 , waarbij het grootste deel van de locaties een effectiviteitsindex tussen 0 en 1 kregen, en waaronder zich tevens de locaties met de hoogste gewichten bevonden.



Figuur 5.40 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC met werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.2.2.1.3 Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG2

Bij gebruik van het risicomodel ter controle van RTM en vergelijkingsgroep 2 voor de trend, wordt een effectiviteitsindex van 0,76 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,67; 0,86] gevonden. Dit wijst op een significante daling in het aantal letselongevallen van 24%.

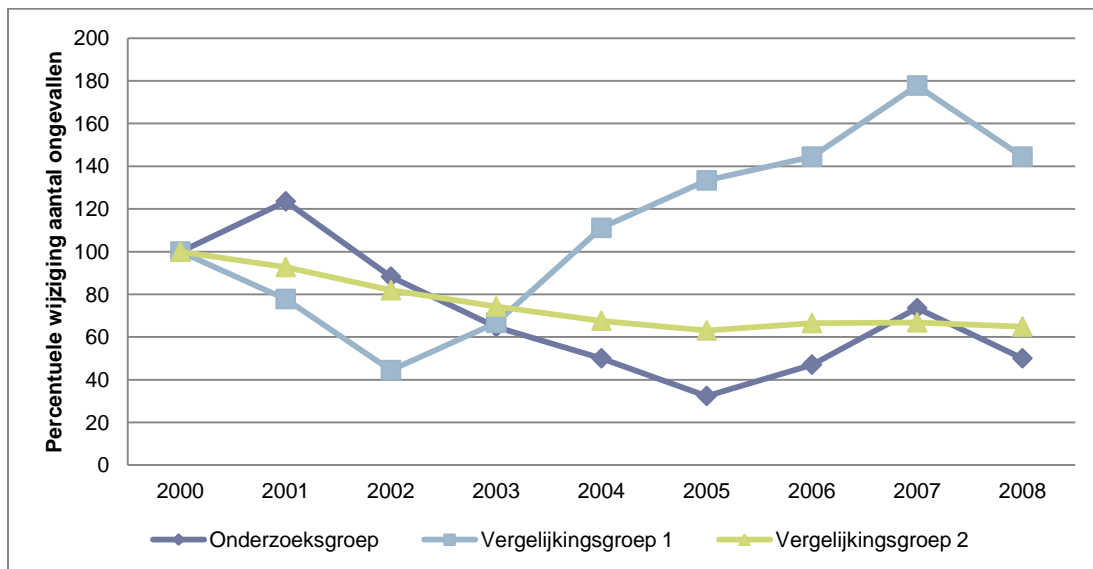


Figuur 5.41 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle letselongevallen aan RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.2.2.2 Ernstige ongevallen

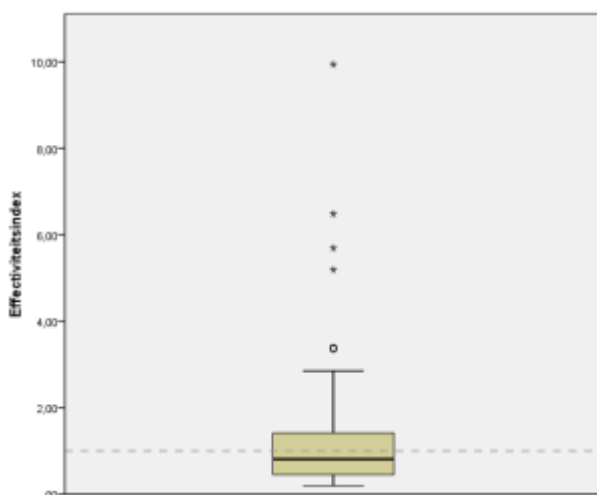
Figuur 5.42 toont het verloop van de ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep met RLC waar werken plaatsvonden (bestaande uit 77 locaties), en vergelijkingsgroep 1 en 2. Ook hier worden dezelfde vergelijkingsgroepen gebruikt dan voor de analyses van de RLC zonder werken. Het verloop

in de onderzoeksgroep kent eerst een duidelijke daling tot 2005, gevolgd door een stijging tussen 2005 en 2007 met daarna terug een daling. Wegens het feit dat vergelijkingsgroep 1 een heel laag aantal locaties omvat, worden enkel de analyses uitgevoerd met de methode van Elvik en het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend.

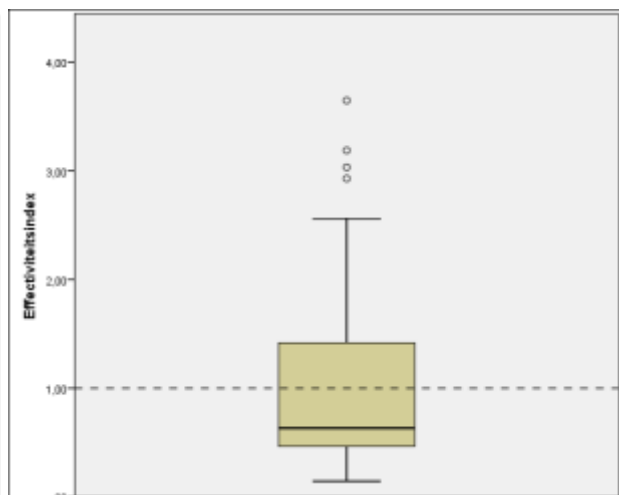


Figuur 5.42 Aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep bestaande uit RLC met werken en beide vergelijkingsgroepen (analyses met enkel FODdata)

Figuur 5.43.a toont de spreiding van de effectiviteitsindexen per locatie, waarbij de methode van Elvik gehanteerd werd ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend. Deze figuur toont dat iets meer dan 50% van de locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 vertoont. Verder zijn er heel duidelijke uitschieters op te merken. Bij gebruik van het risicomodel ter controle van RTM (zie Figuur 5.42.b), blijken nog iets meer locaties een effectiviteitsindex lager dan 1 te vertonen. Daarnaast zijn er minder grote uitschieters waarneembaar.



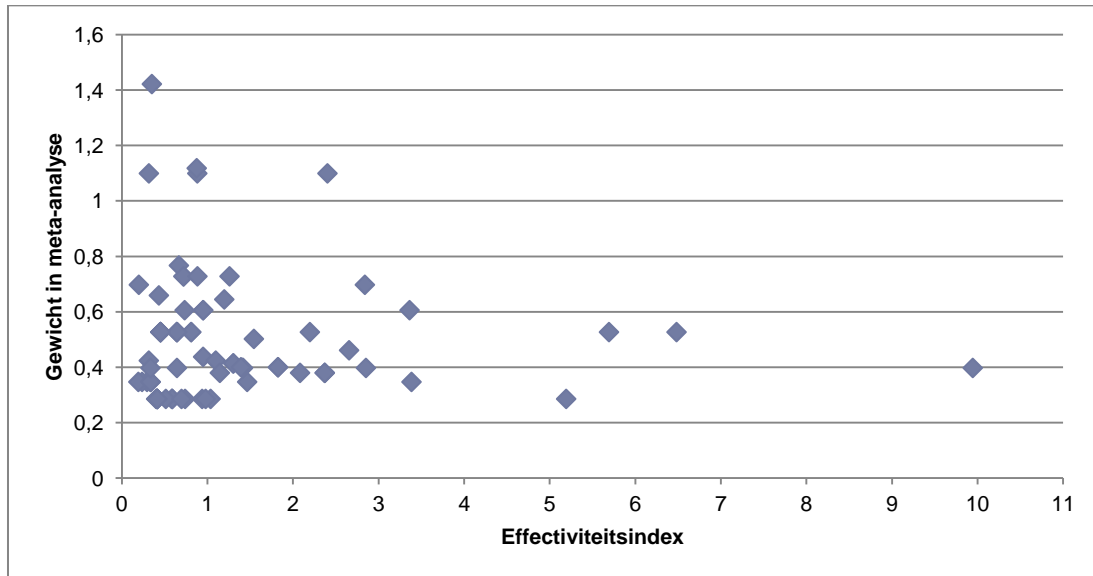
Figuur 5.43.a Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC met werken, met methodiek Elvik ter controle van RTM en VG2 voor trend



Figuur 5.44.b Spreiding effectiviteitsindex per locatie, voor ernstige ongevallen rond RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 voor trend

5.2.2.2.1 Controle van RTM: Methode Elvik; controle van trend: VG2

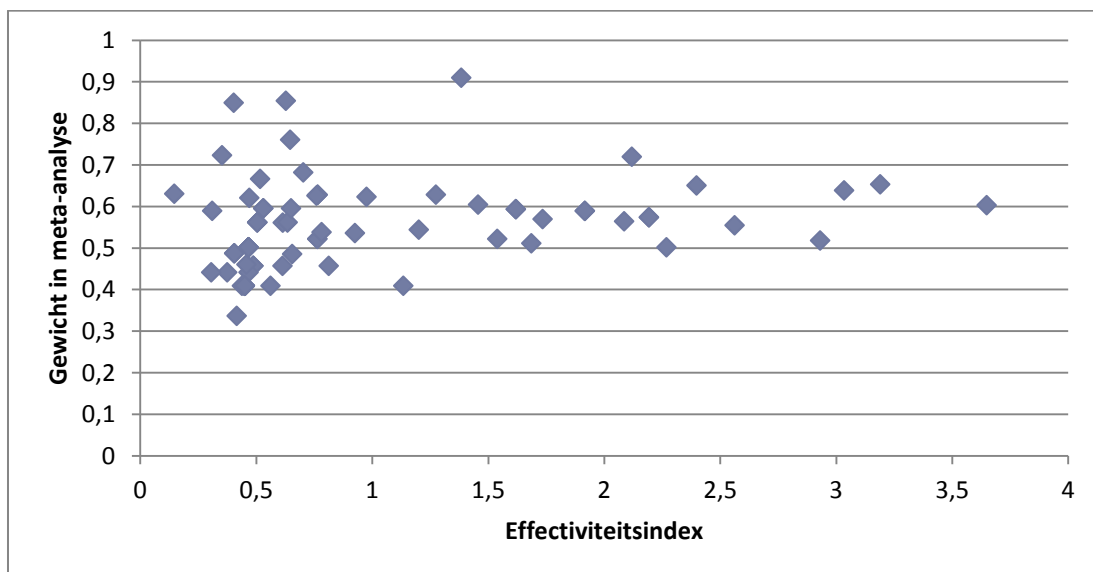
De meta-analyse toont een effectiviteitsindex van 0,88 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,64; 1,21]. Dit wijst duidelijk op een daling in het aantal ongevallen. Aangezien 1 in het interval ligt, is dit resultaat niet significant.



Figuur 5.45 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC met werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.2.2.2.2 Controle voor RTM: Risicomodel, controle voor trend: VG2

Bij gebruik van het risicomodel wordt volgend resultaat gevonden: 0,81 [0,59; 1,09]. Dit wijst op een niet-significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 19%. Figuur 5.46 toont een duidelijk spreiding van de effectiviteitsindexen tussen 0 en 4. Het merendeel van deze punten ligt echter wel rond een index van 0,5.



Figuur 5.46 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige ongevallen aan RLC met werken, met het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.2.3 Conclusies effectiviteit RLC

Tabel 5.2 toont een overzicht van de resultaten van de analyses voor de RLC. In deze conclusie wordt enkel gericht op de analyses waarbij geen gebruik gemaakt wordt van VG1, dit omdat deze VG niet als een betrouwbare vergelijkingsgroep kan worden beschouwd. Dit betekent dat hier vooral gericht wordt op de resultaten van twee analyses, namelijk waarbij de methode volgens Elvik gebruikt wordt ter controle van de RTM en VG2 ter controle van de trend en de analyses waarbij gebruik gemaakt werd van het risicomodel ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend.

De analyses van de RLC zonder werken toont een effectiviteitsindex van 1,05 en 1,09 wanneer respectievelijk gebruik gemaakt wordt van de methode volgens Elvik en het risicomodel. Hierbij is enkel het resultaat met het risicomodel significant, het resultaat met de methode volgens Elvik is niet significant. Samengevat kan gezegd worden dat het aantal letselongevallen aan RLC steeg met 5 tot 9%. Voor de ernstige ongevallen wordt daarentegen een effectiviteitsindex onder 1 gevonden, namelijk 0,86 bij gebruik van de methode volgens Elvik, en 0,82 bij gebruik van het risicomodel. Dit wijst op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 14 tot 18%.

Wat betreft de RLC waar tegelijkertijd andere werken werden uitgevoerd, werd voor het totale aantal letselongevallen wel een significante daling vastgesteld, welke 24 tot 28% bedroeg. Wat betreft het aantal ernstige ongevallen aan RLC met werken, wordt een daling van 12 tot 19% gevonden. Deze resultaten zijn echter niet significant.

Een diepere analyse aangaande het type ongevallen kan een beter inzicht bieden in deze resultaten. Uit literatuuronderzoek bleek namelijk dat RLC vaak leiden tot een daling in het aantal flankaanrijdingen, welke vaak ernstige ongevallen betreffen, maar daarentegen een stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen teweegbrengen, welke vaak minder ernstige gevolgen hebben. Dit fenomeen is ook hier reeds waarneembaar, waarbij voor de locaties zonder werken een daling van 14 tot 18% in het aantal ernstige ongevallen wordt waargenomen, terwijl een niet significante stijging voor alle letselongevallen wordt gevonden. Echter een beter en gedetailleerder beeld kan bekomen worden door een onderscheid te maken in effectiviteit naar flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen. Dit wordt in hoofdstuk 5.4 uitvoerig geanalyseerd.

Tabel 5.2 Overzicht resultaten effectiviteitanalyses RLC met enkel gebruik van FODdata, uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI]

	Zonder werken		Met werken	
	Alle letselongevallen	Ernstige ongevallen	Alle letselongevallen	Ernstige ongevallen
Controle RTM: VG1 + Controle trend: VG1	0,79 [0,73; 0,84]**			
Controle RTM: VG1 + Controle trend: VG2	1,09 [1,02; 1,17]			
Controle RTM: methode Elvik + Controle trend: VG1	0,76 [0,71; 0,81]**			
Controle RTM: methode Elvik + Controle trend: VG2	1,05 [0,98; 1,12]	0,86 [0,73; 1,02]*	0,72 [0,63; 0,81]**	0,88 [0,64; 1,21]
Controle RTM: risicomodel + Controle trend: VG1	0,79 [0,74; 0,84]**			
Controle RTM: risicomodel + Controle trend: VG 2	1,09 [1,03; 1,16]	0,82 [0,70; 0,96]**	0,76 [0,67; 0,86]**	0,81 [0,59; 1,09]

* p<0,1

**p<0,05

5.3 Analyses met combinatie FODdata en politiedata

Naast de analyses met de FODdata worden ook analyses uitgevoerd met een combinatie van FODdata en politiedata. Op die manier werd een extra jaar ongevallendata opgenomen, namelijk van 2009, en was het dus mogelijk ook extra flitspalen, namelijk degene die geplaatst en in gebruik genomen zijn in 2008, in de onderzoeksgroep te includeren. Het probleem dat hierbij optreedt is dat er een enorme daling in het aantal ongevallen voor 2009 wordt vastgesteld, die helemaal niet in lijn ligt

met het ongevalverloop van de jaren voorheen waardoor deze data niet volledig betrouwbaar zijn (zie 4.3.1.3 en 4.3.2.3). Hier zal dus met omzichtigheid moeten mee omgesprongen worden.

In deze analyses wordt ook terug een onderscheid gemaakt tussen flitspalen zonder werken en flitspalen met werken. Hier worden echter enkel analyses uitgevoerd op alle letselongevallen, en wordt geen specifieke selectie gemaakt van ernstige ongevallen. Voor de SNC was dit niet mogelijk, aangezien hier niet gerapporteerd werd per ongeval, maar de politiezones een totaal aantal per jaar dienden weer te geven. Op die manier was het niet mogelijk om te bepalen welke en hoeveel ongevallen er gebeurden met ernstig gevolg. Voor de RLC diende wel gerapporteerd te worden per ongeval, maar wegens de problemen met de rapportage, werden enkel de totale letselongevallendata gehanteerd.

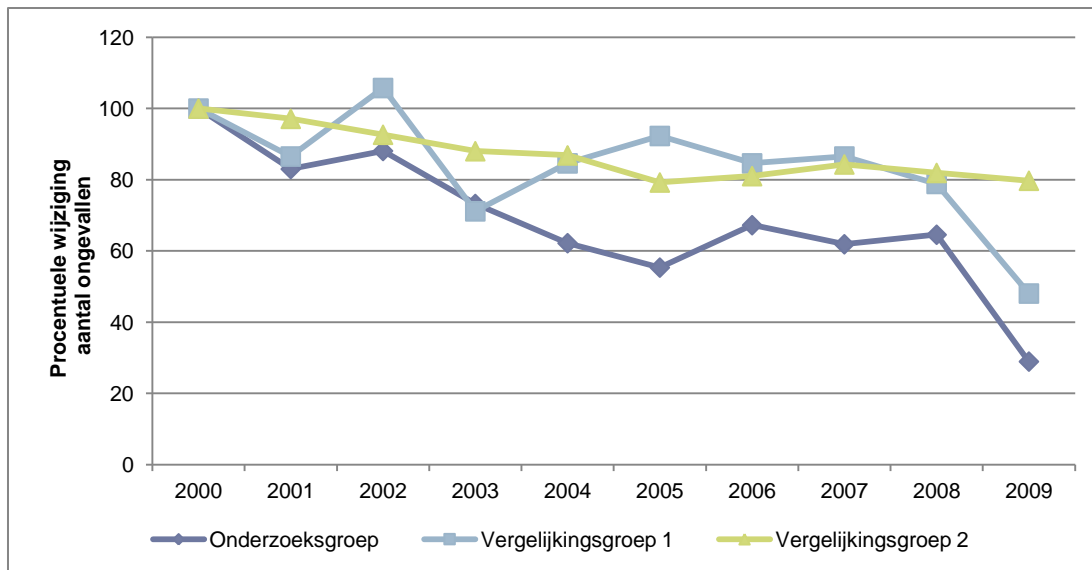
5.3.1 SNC

Voor het analyseren van de SNC wordt slechts gebruik gemaakt van de één methode, waarbij de RTM gecontroleerd wordt met de methode volgens Elvik en vergelijkingsgroep 2 voor de controle van de trend. Vergelijkingsgroep 1 wordt hier niet gehanteerd, aangezien deze vergelijkingsgroepen te klein zijn. Dit is het gevolg van het niet ontvangen van data van de politiezones of door problemen die optraden in de rapportage van de ongevallendata, waardoor onjuiste data werden ontvangen (zie voor meer informatie 4.3.1.2 en 4.3.2.2).

Probleem hierbij is wel dat, om de RTM te kunnen controleren door middel van de methode volgens Elvik, een k-factor nodig is. In de vorige analyses werd hiervoor gebaseerd op vergelijkingsgroep 1 om deze te berekenen. Dat is in volgende analyses niet mogelijk wegens het feit dat deze te beperkt zijn. Daarom wordt in deze analyses gebruik gemaakt van dezelfde k-factor van de analyses waarbij enkel gebruik werd gemaakt van de FODdata. Daarnaast worden de analyses ook uitgevoerd met een variabele k, zijnde: 0,01; 0,1; 0,5 en 0,99.

5.3.1.1 SNC zonder werken

Ook hier worden eerst de SNC zonder werken geanalyseerd. In de analyses met de combinatie van de FOD- en politiedata bestaat de onderzoeksgroep uit 60 locaties. Vergelijkingsgroep 1, bestaande uit wegvakken waarvoor de plaatsing van een flitspaal in aanvraag is, of waar na 2009 een flitspaal werd geplaatst, bestaat uit 24 locaties. Figuur 5.47 toont de procentuele evolutie in het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep bestaande uit SNC zonder werken, vergelijkingsgroep 1 en vergelijkingsgroep 2. Vergelijkingsgroep 1 zal niet gehanteerd worden in de analyses, wel is het interessant om even de procentuele evolutie te bekijken. De figuur toont dat het aantal ongevallen in de onderzoeksgroep sterker daalt dan de vergelijkingsgroepen. Verder is ook te zien dat het aantal ongevallen spectaculair daalt in 2009, en dit zowel in de onderzoeksgroep als in vergelijkingsgroep 1. Zoals reeds eerder gezegd (zie 4.3.2.3) is dit waarschijnlijk te wijten aan problemen bij het registreren van de ongevallen door de politiezones in het kader van voorliggende studie.



Figuur 5.47 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de SNC zonder werken en vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyse met de combinatie van FOD- en politiedata)

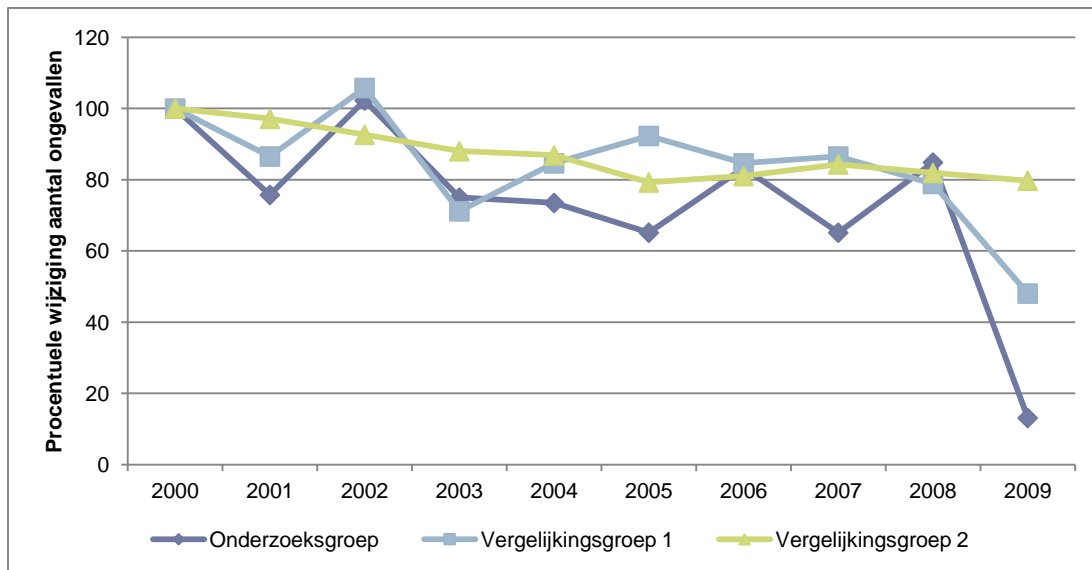
Wegens deze onbetrouwbare data voor 2009, kunnen hier in principe geen analyses op uitgevoerd worden. Ter volledigheid worden hier wel kort de resultaten weergegeven van de analyses voor de SNC. Indien een k-factor wordt gehanteerd die gelijk is aan de k-factor gebruikt voor de analyses met enkel FODdata, wordt een effectiviteitsindex van 0,85 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,75; 0,97] gevonden. Dit toont een daling in het aantal ongevallen met 15%. Indien een variërende k-factor wordt gebruikt, schommelt het resultaat tussen een daling van 21 tot 15%. Indien dit vergeleken wordt met de resultaten waarbij enkel gebruik wordt gemaakt van de FODdata (0,92 [0,82; 1,02 (zie Tabel 5.1)) is te zien dat bij het hanteren van een combinatie van FOD- en politiedata een sterkere daling wordt waargenomen. Dit is te wijten aan het uitzonderlijke lage ongevallenaantal uit 2009. Maar zoals reeds eerder gezegd kan dit resultaat niet betrouwbaar genoemd worden, wegens problemen met de registratie van het aantal ongevallen in 2009.

Tabel 5.3 Effectiviteit SNC zonder werken met een variërende k-factor (voor analyses met combinatie van FOD- en politiedata)

K-factor	Effectiviteitsindex [95% BI]
Met k= idem dan analyse 1 - voorperiode: k= 0,95 - naperiode: k=0,73	0,85 [0,75; 0,97]
Met k=0,01 (zowel voor- als naperiode)	0,79 [0,71; 0,88]
Met k=0,1 (zowel voor- als naperiode)	0,81 [0,72; 0,91]
Met k=0,5 (zowel voor- als naperiode)	0,84 [0,74; 0,95]
Met k= 0,99 (zowel voor- als naperiode)	0,85 [0,75; 0,97]

5.3.1.2 SNC met werken

Dezelfde analyses worden ook uitgevoerd voor de SNC met werken. Hier bestaat de onderzoeksgroep uit 24 locaties. Zoals Figuur 5.48 laat zien, is ook hier het ongevallenaantal voor 2009 onbetrouwbaar.



Figuur 5.48 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de SNC met werken, vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyses met een combinatie van FODdata en politiedata)

Bij het hanteren van een k-factor die hetzelfde is dan voor de analyses met enkel de FODdata, wordt een effectiviteitsindex van 0,70 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,55; 0,88] gevonden. Dit wijst op een daling in het aantal ongevallen met 30%. Bij het hanteren van een variabele k, schommelt dit resultaat tussen een daling van 37 tot 29%. in vergelijking met het resultaat van de analyses met enkel FODdata (0,90 [0,76; 1,27]), ligt ook hier het resultaat veel lager. Opnieuw dient verwezen te worden naar het extreem lage ongevallenaantal in 2009, wat leidt tot dergelijke hoge dalingen indien het aantal ongevallen tussen de voor en de naperiode vergeleken wordt.

Tabel 5.4 Effectiviteit SNC met werken met een variërende k-factor

K-factor	Effectiviteitsindex [95% BI]
Met k= idem dan analyse 1 voorperiode: k= 0,92 naperiode: k=0,73	0,70 [0,55; 0,88]
Met k=0,01 (zowel voor- als naperiode)	0,63 [0,51; 0,78]
Met k=0,1 (zowel voor- als naperiode)	0,64 [0,51; 0,79]
Met k=0,5 (zowel voor- als naperiode)	0,68 [0,54; 0,86]
Met k= 0,99 (zowel voor- als naperiode)	0,71 [0,56; 0,90]

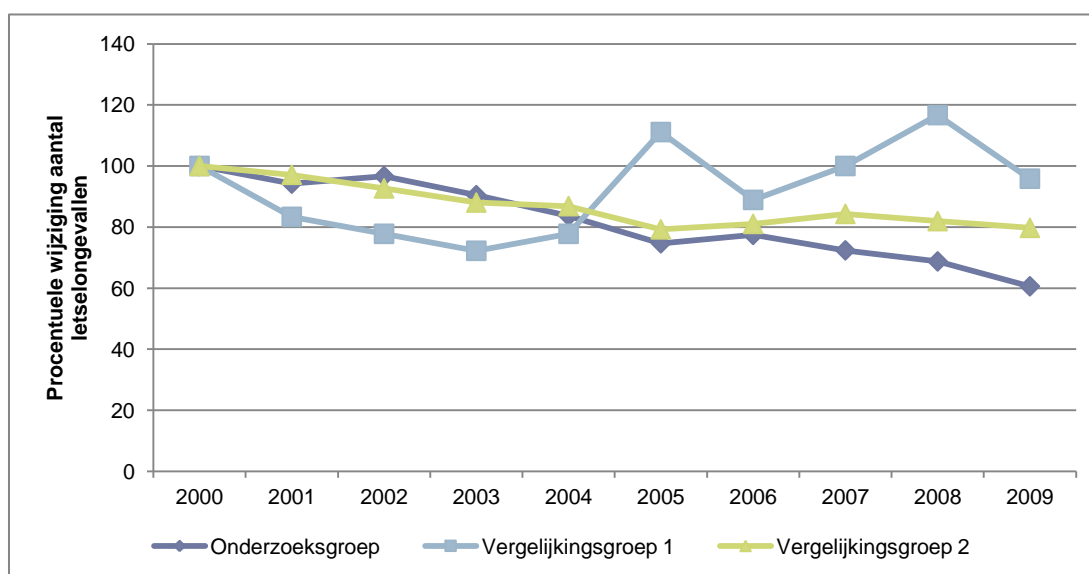
5.3.2 RLC

Ook worden voor de RLC analyses uitgevoerd, waarbij een combinatie van FOD- en politiedata wordt gehanteerd. Hierbij wordt, naast de methode volgens Elvik, ook gebruik gemaakt van het risicomodel om te controleren voor RTM. Bij deze methode wordt de k-factor uit het model gehanteerd en is het niet nodig verschillende k-factoren toe te passen.

5.3.2.1 RLC zonder werken

5.3.2.1.1 Controle van RTM: methode Elvik, controle trend:VG2

De onderzoeksgroep van RLC zonder werken, bestaat uit 218 locaties. Vergelijkingsgroep 1 bestaat uit 18 locaties. Ook hier is deze vergelijkingsgroep te klein, waardoor deze niet zal gehanteerd worden in de analyses. Figuur 5.49 toont de procentuele wijziging van het aantal ongevallen. Hieruit is te zien dat de daling in 2009 beperkter is, en een meer realistisch resultaat aanneemt dan de cijfers van de SNC. Toch dient ook dit met voorzichtigheid gehanteerd te worden, en kan hier niet volledig betrouwd worden op de resultaten.



Figuur 5.49 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de RLC zonder werken, met vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyses met een combinatie van FODdata en politiedata)

Indien gebruik gemaakt wordt van een k-factor die gelijk is aan de analyses waarbij enkel FODdata werden gehanteerd, wordt een effectiviteitsindex van 0,95 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,89; 1,02] gevonden. Dit wijst op een daling van 5%, die net niet significant is. Bij het hanteren van een variabele k-factor worden resultaten gevonden die schommelen tussen een daling van 5 en 1%, eveneens niet-significante resultaten. Bij gebruik van enkel de FODdata werd een effectiviteitsindex van 1,05 gevonden, die ook net niet significant was. Zowel bij het hanteren van enkel de FODdata als bij een combinatie van FOD- en politiedata, wordt een effectiviteitsindex gevonden die dicht tegen 1 ligt. Het verschil is dat deze index bij gebruik van de FODdata boven 1 ligt, terwijl deze bij gebruik van FOD- en politiedata onder 1 ligt. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de daling in het aantal ongevallen in 2009, dat niet met zekerheid als volledig betrouwbaar kan worden beschouwd.

Tabel 5.5 Effectiviteit RLC zonder werken met een variërende k-factor (voor analyses met een combinatie van FOD- en politiedata)

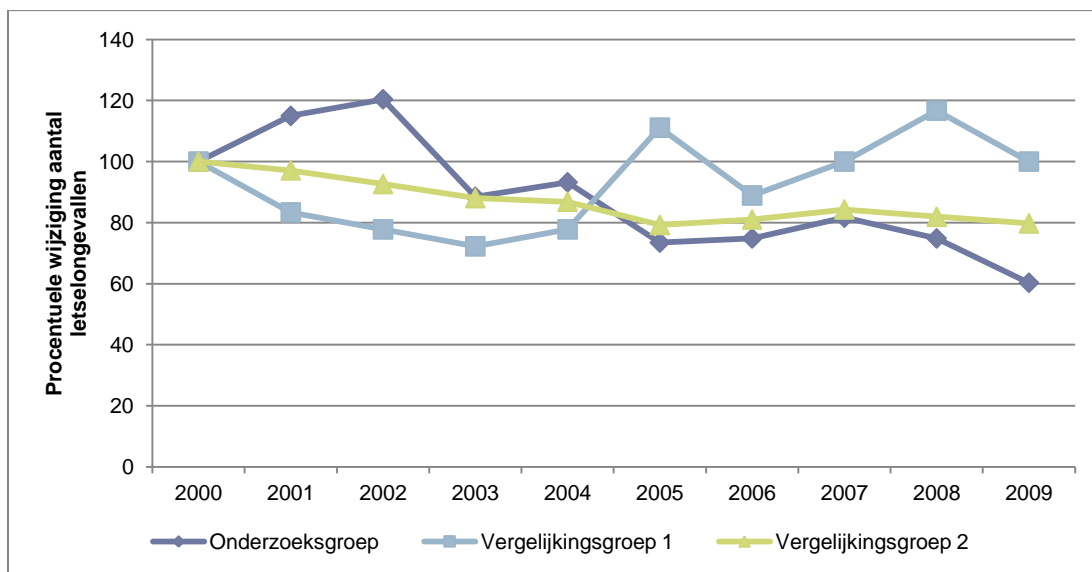
K-factor	Effectiviteitsindex [95% BI]
Met k= idem dan analyse 1 voorperiode: k= 0,75 naperiode: k=0,96	0,95 [0,89; 1,02]
Met k=0,01	0,99 [0,93; 1,05]
Met k=0,1	0,97 [0,91; 1,03]
Met k=0,5	0,95 [0,89; 1,02]
Met k= 0,99	0,95 [0,89; 1,02]

5.3.2.1.2 Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG2

De analyses door middel van dit model, en VG2 ter controle van de trend, toonde een effectiviteitsindex van 0,98 en een betrouwbaarheidsinterval van [0,92; 1,05]. Dit wijst op een niet-significante verandering in het aantal letselongevallen, wat in lijn ligt met het resultaat waarbij de methode volgens Elvik gehanteerd is ter controle van RTM.

5.3.2.2 RLC met werken

De onderzoeksgroep bestaande uit RLC met werken, omvat 59 locaties. Figuur 5.50 toont het procentuele verloop, waaruit te zien is dat de onderzoeksgroep een duidelijke daling vertoont in het aantal ongevallen overheen de onderzoeksperiode. Daarbij is, voor zowel de onderzoeksgroep als vergelijkingsgroep 1, een sterke daling te vinden in 2009. Ook hier dienen deze data met omzichtigheid gehanteerd te worden, aangezien niet met zekerheid kan gezegd worden of dit een betrouwbaar cijfer is.



Figuur 5.50 Procentuele wijziging aantal letselongevallen van de RLC met werken en vergelijkingsgroep 1 en 2 (analyse met FOD- en politiedata)

5.3.2.2.1 Controle van RTM: methode Elvik, controle trend:VG2

Bij de analyses met een k die gelijk is aan de analyses waarbij enkel FODdata werden gehanteerd, wordt een effectiviteitsindex van 0,81 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,70; 0,93] gevonden. Dit wijst op een daling van 19% in het aantal ongevallen. Verder worden ook significante resultaten gevonden, bij het hanteren van een k van 0,5 en 0,99. Bij gebruik van deze k-factoren wordt een daling van respectievelijk 8 en 9% gevonden. Hier bestaat de kans dat de resultaten toch significant worden, door het behoorlijk lage aantal ongevallen in 2009. Indien dit vergeleken wordt met de resultaten van de analyses waarbij enkel gebruik werd gemaakt van FODdata (0,72 [0,63; 0,81] (zie Tabel 5.2)) is te zien dat hier een minder sterke daling wordt waargenomen. Dit is te wijten aan het feit dat de onderzoeksgroep sterk verschilt tussen de analyses waarbij gebruik gemaakt wordt van enkel de FODdata en van de combinatie van FOD- en politiedata, wat ook te zien is indien de procentuele evolutie van beide onderzoeksgroepen worden vergeleken (zie Figuur 5.50 en Figuur 5.37 (p95)).

Tabel 5.6 Effectiviteit RLC met werken met een variërende k-factor (voor analyses met een combinatie van FOD- en politiedata)

K-factor	Effectiviteitsindex [95% BI]
----------	---------------------------------

Met k= idem dan analyse 1 voorperiode: k= 0,75 naperiode: k=0,92	0,81 [0,70; 0,93]
Met k=0,01	0,95 [0,84; 1,07]
Met k=0,1	0,89 [0,79; 1,01]
Met k=0,5	0,82 [0,72; 0,95]
Met k= 0,99	0,81 [0,70; 0,93]

5.3.2.2.2 Controle van RTM: risicomodel; controle van trend: VG2

Bij gebruik van het risicomodel wordt een effectiviteitsindex van 0,78 gevonden, met een betrouwbaarheidsinterval van [0,67; 0,89]. Dit wijst op een significante daling in het aantal letselongevallen van 22%. Ook dit resultaat ligt in lijn met het resultaat waarbij gebruik gemaakt werd van de methode volgens Elvik en de k-factoren worden gebruikt zoals in de analyses met enkel de FODdata.

5.3.3 Conclusies analyses combinatie FODdata en politiedata

Wat betreft de SNC is het niet mogelijk om concrete conclusies te trekken aangaande de effectiviteit, indien een combinatie van FOD- en politiedata worden gehanteerd. Dit omdat er duidelijk een discrepantie is tussen de FODdata en de politiedata en onmogelijke waarden bekomen werden voor 2009.

Wat betreft RLC was dit probleem minder duidelijk aanwezig, hoewel ook hier met omzichtigheid dient omgesprongen te worden met deze data, vooral voor de analyses van de RLC met werken. Voor de analyses van de RLC zonder werken, werd bij gebruik van de methode volgens Elvik met dezelfde k-factor dan in de analyses met enkel FODdata, een daling van 5% in het aantal letselongevallen gevonden, dat net niet significant is. Bij gebruik van het risicomodel wordt een niet-significante daling van 2% gevonden.

Wat betreft de RLC met werken, wordt een effectiviteitsindex gevonden die sterk verschilt naargelang de gebruikte k-factor. Samengevat duidt dit duidelijk op een daling in het aantal ongevallen, dat schommelt tussen 19 en 5%. Bij gebruik van het risicomodel is dit resultaat gunstiger, namelijk een significante daling van 22%.

5.4 Onderscheid naar type ongeval aan RLC

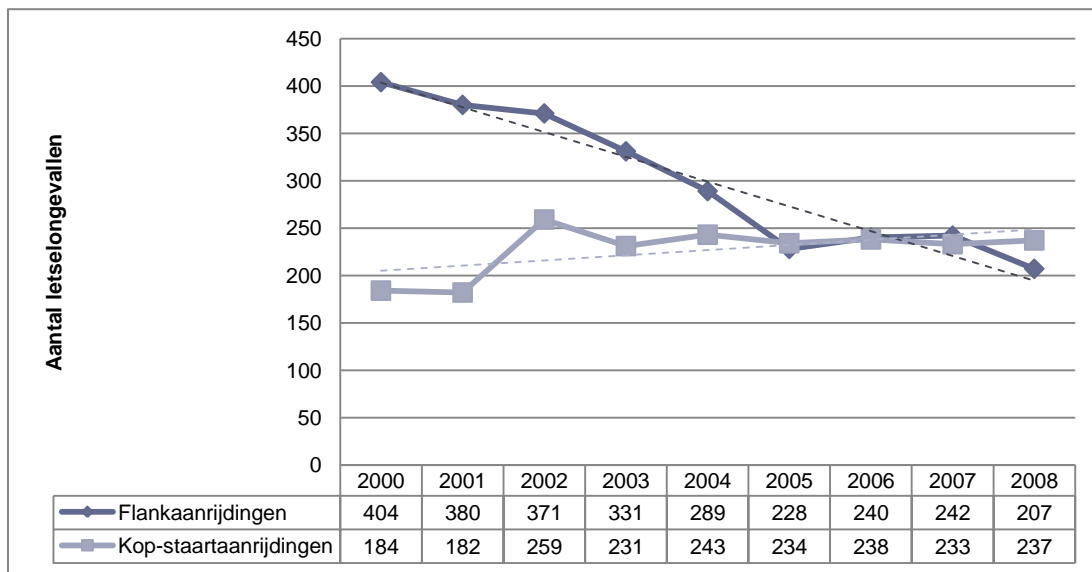
Uit de literatuurstudie (zie 2.4.2) bleek dat bij de effectiviteitsanalyse van RLC het interessant is een onderscheid te maken tussen het effect op flankaanrijdingen en het effect op kop-staartaanrijdingen. Verschillende onderzoeken geven namelijk aan dat het plaatsen van een RLC zou leiden tot een daling in het aantal flankaanrijdingen tengevolge van een daling in de roodlichtnegatie. Daarentegen wordt vaak een stijging in de kop-staartaanrijdingen vastgesteld, dit tengevolge van het bruusk remmen bij een oranje verkeerslicht uit schrik om 'geflitst' te worden. Daarom worden beide types ongevallen apart geanalyseerd om na te gaan wat het effect is op elk van beide. Om een onderscheid hierin te maken wordt gebaseerd op de gegevens omtrent het type aanrijding. In het verkeersongevallenformulier wordt gevraagd om aan te geven welk type aanrijding er plaatsvond. Daartoe moet de politieagent onder meer kiezen tussen 'langs achteren' en 'langs opzij'. De eerste keuze ('langs achteren') werd gezien als een kop-staartaanrijding, de tweede keuze ('langs opzij') werd gezien als flankaanrijding. Dit lijkt een goede benadering om een onderscheid tussen kop-staart en flankaanrijdingen te maken. Een mogelijk nadeel hierbij is wel dat hier geen onderscheid kan gemaakt worden tussen flankaanrijdingen die ontstonden tussen dwarsverkeer en flankaanrijdingen tussen voertuigen die uit tegenovergestelde richting kwamen, waarbij één van hen linksaf sloeg (zie ook tekening op Figuur 2.1, p19). Er wordt verwacht dat het plaatsen van RLC vooral een effect zal hebben op flankaanrijdingen tussen dwarsverkeer (zie eerste tekening Figuur 2.1). Bij conflictvrije verkeersregelininstallaties kan wel verwacht worden dat het plaatsen van een RLC ook een effect heeft

op flankaanrijdingen die ontstaan tussen verkeer uit tegenovergestelde richting. Maar het is dus niet mogelijk om hier onderscheid tussen te maken.

Voor elk van deze aanrijdingen wordt geanalyseerd wat het effect is van de RLC zonder en met werken op het aantal letselongevallen en het aantal ernstige ongevallen. Voor deze analyses wordt enkel gebaseerd op de FODdata, en wordt dus ook gewerkt met de onderzoeks- en vergelijkingsgroepen zoals beschreven onder hoofdstuk 4.2.

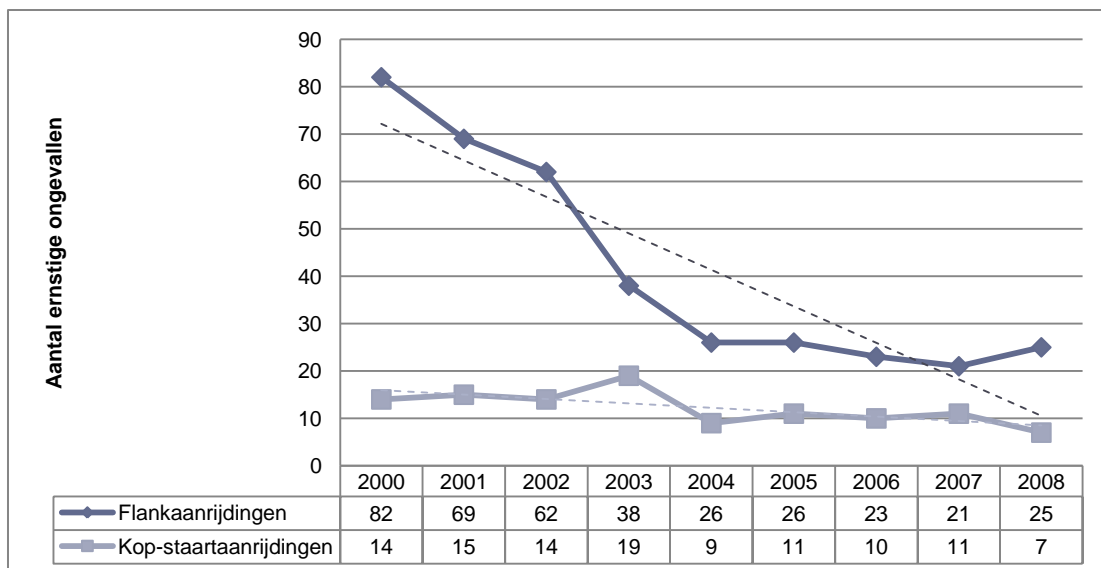
5.4.1 Overzicht aantal flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen

Figuur 5.51 toont het verloop van het aantal flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen aan RLC zonder werken. Hieruit is te zien dat het aantal flankaanrijdingen sterk daalt, vooral tussen de periode van 2002 en 2005. Zoals te zien is uit Tabel 2.3 op p20, is dit eveneens de periode dat het grootste deel van de flietspalen geplaatst zijn. Verder is in Figuur 5.51 te zien dat het aantal kop-staartaanrijdingen licht stijgt.



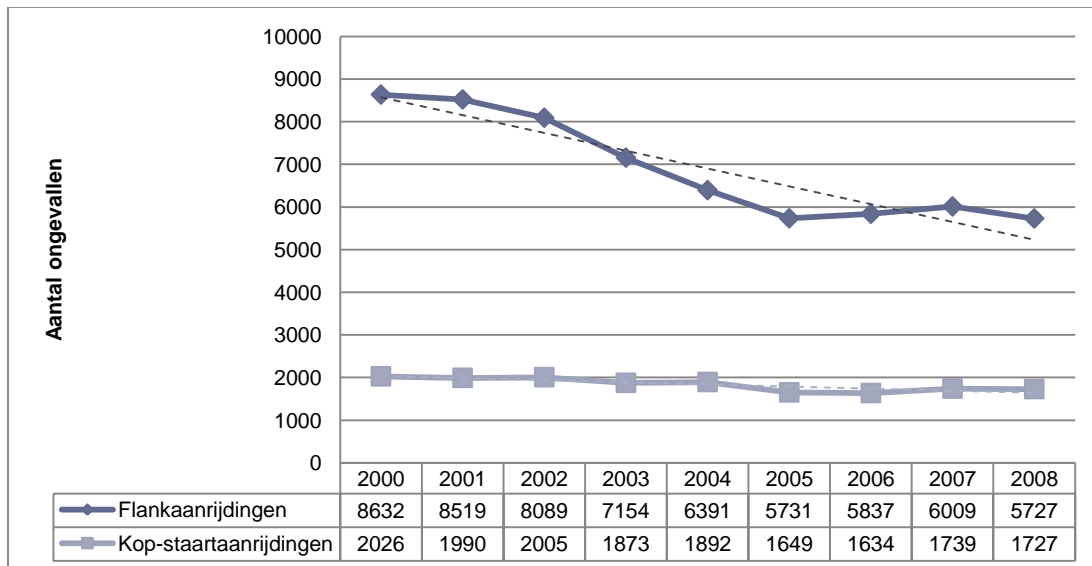
Figuur 5.51 Aantal letselongevallen aan RLC zonder werken, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen

Figuur 5.52 toont het verloop van flank- en kop-staartaanrijdingen waarbij een zwaar gewonde of dode viel. Ook hier is te zien dat het aantal flankaanrijdingen daalt, terwijl het aantal kop-staartaanrijdingen een beperkte daling vertonen. Verder is te zien dat het aantal ernstige kop-staartaanrijdingen ver onder de curve van de flankaanrijdingen blijft, wat duidelijk wijst op het feit dat kop-staartaanrijdingen minder leiden tot ernstige ongevallen in vergelijking tot flankaanrijdingen. Wel dient hier opgemerkt te worden dat het aantal ongevallen heel laag is. Vooral wat betreft het aantal kop-staartaanrijdingen is er een heel laag aantal ongevallen, zodat hier omzichtig moet mee omgesprongen worden tijdens de analyses.



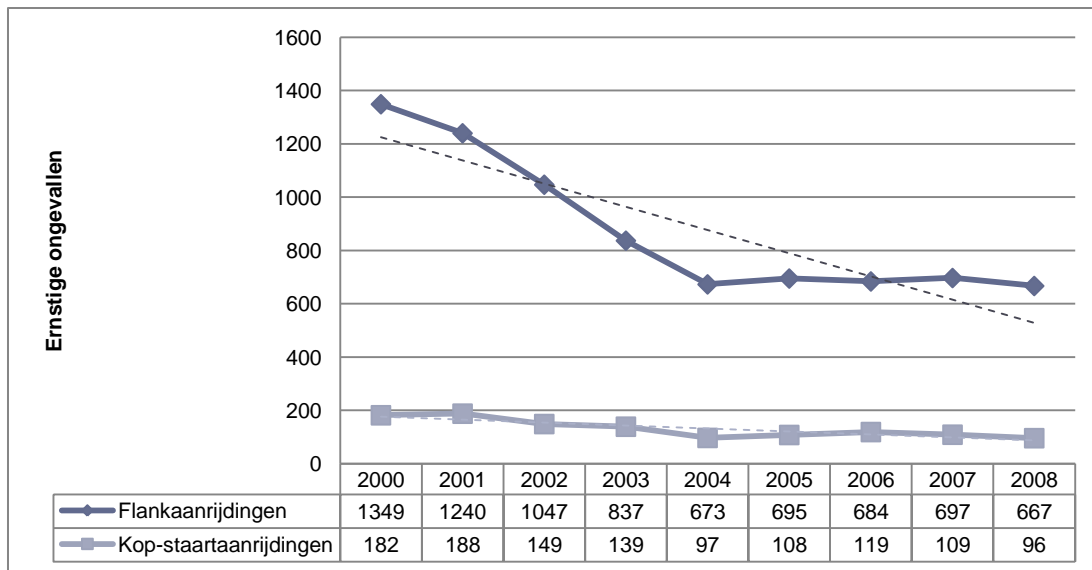
Figuur 5.52 Aantal ernstige ongevallen aan RLC zonder werken, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen

Om een goede vergelijking mogelijk te maken, is het ook noodzakelijk zicht te hebben op het ongevallenverloop in de vergelijkingsgroep. Zoals eerder vermeld is vergelijkingsgroep 1, bestaande uit flitspalen die pas na 2008 geplaatst zijn of waarvoor een aanvraag tot plaatsing van een flitspaal is ingediend, niet volledig betrouwbaar. Daarom wordt hier gericht op het ongevallenverloop van vergelijkingsgroep 2, namelijk alle ongevallen in geheel Vlaanderen. Figuur 5.53 toont het verloop van de flank- en kopstaartaanrijdingen in Vlaanderen, waarbij een gewonde viel. Ook hier is een duidelijke daling in het aantal flankaanrijdingen te zien, vooral tussen 2001 en 2005. Het aantal kopstaartaanrijdingen vertoont een lichte daling.



Figuur 5.53 Aantal letselongevallen in Vlaanderen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen

Figuur 5.54 toont het verloop van de ernstige ongevallen in Vlaanderen. Ook hier is een sterke daling in het aantal flankaanrijdingen waar te nemen vanaf 2000 tot 2004. Het aantal kopstaartaanrijdingen daalt ook tijdens deze periode, maar veel minder sterk dan de flankaanrijdingen.

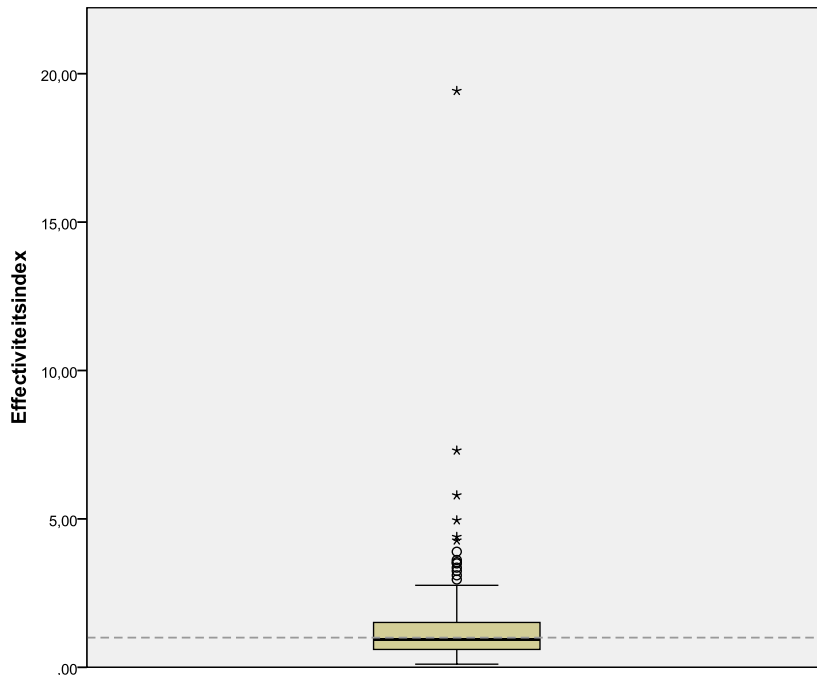


Figuur 5.54 Aantal ernstige ongevallen in Vlaanderen, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen

5.4.2 Alle letselongevallen

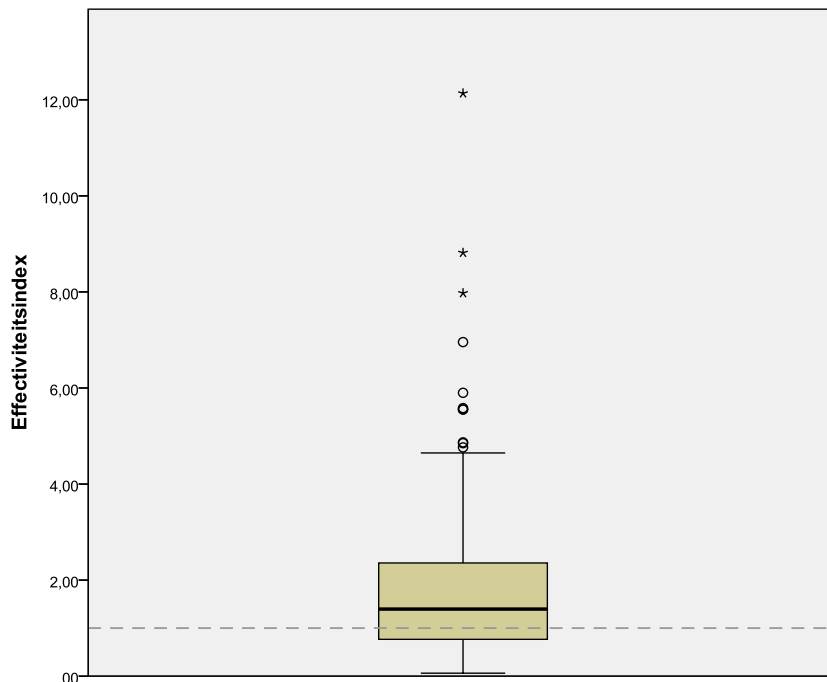
Na een overzicht van het aantal ongevallen, is het vooral interessant een voor- en na analyse uit te voeren, om het effect van het plaatsen van flitspalen na te gaan op de twee types ongevallen. In eerste instantie wordt effect op het totale aantal letselongevallen onderzocht. Voor de effectiviteitsanalyses wordt gebruik gemaakt van de methode volgens Elvik om te controleren voor RTM en van VG2 om te controleren voor de trend. Het risicomodel ter controle van RTM kon hier niet toegepast worden, aangezien dit model enkel is opgesteld voor alle ongevallen, zonder een onderscheid te maken naar type aanrijding. Figuur 5.55 en Figuur 5.56 tonen de spreiding van de resultaten van de effectiviteitsanalyse per locatie, voor de flankaanrijdingen enerzijds en de kop-staartaanrijdingen anderzijds.

Figuur 5.55, dat de boxplot van de analyse met de flankaanrijdingen weergeeft, toont dat iets meer dan 50% van de locaties een effectiviteitindex onder 1 hebben. Verder zijn er ook heel wat uitschieters waar te nemen.



Figuur 5.55 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor alle flankaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

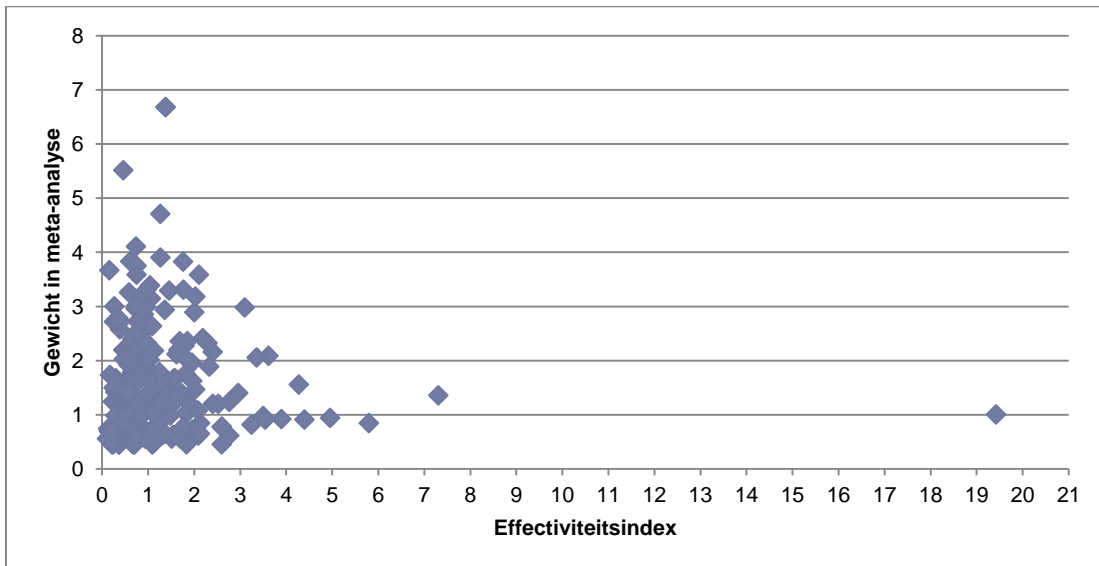
Figuur 5.56 toont de spreiding van de resultaten voor kop-staartaanrijdingen. Dit toont een geheel ander resultaat, waarbij slechts een beperkt deel van de locaties onder de grens van 1 liggen. Het grootste deel van de locaties vertonen een effectiviteitsindex groter dan 1, of met andere woorden, een stijging in het aantal ongevallen.



Figuur 5.56 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor alle kop-staartaanrijdingen rond RLC zonder werken, met methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.4.2.1.1 Flankaanrijdingen

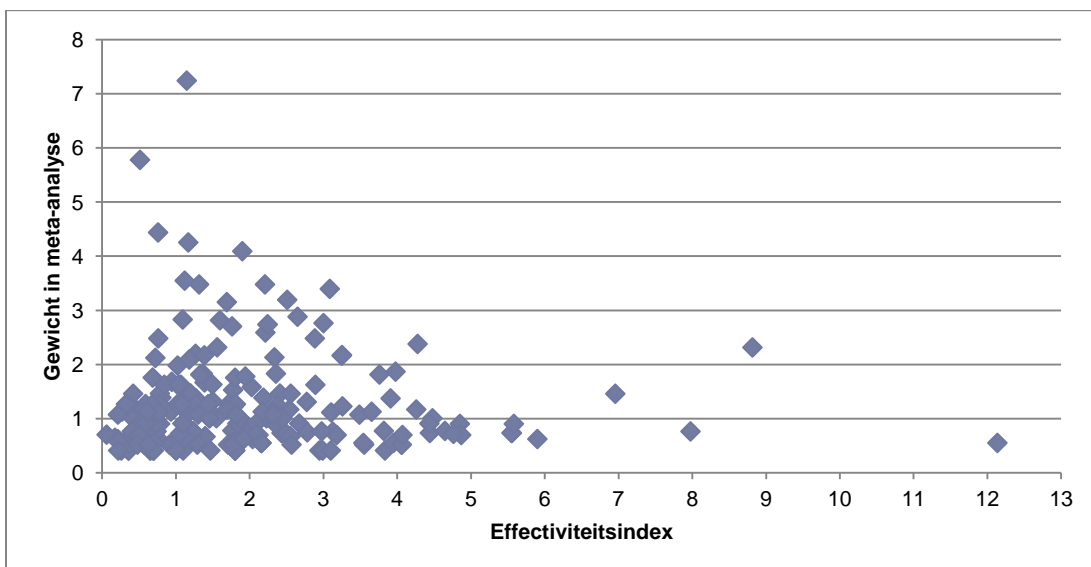
Bij het uitvoeren van een meta-analyse aangaande het effect van het plaatsen van een RLC op het aantal flankaanrijdingen, wordt een effectiviteitsindex van 0,94 gevonden, met een betrouwbaarheidsinterval van [0,85; 1,03]. Dit toont aan dat het aantal flankaanrijdingen daalde met 6%. Deze daling is echter (net) niet significant. Figuur 5.57 toont dat het grootste deel van de locaties tussen 0 en 1 ligt, maar er zijn ook heel wat locaties met een effectiviteitsindex tussen 1 en 2.



Figuur 5.57 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle flankaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.4.2.1.2 Kop-staartaanrijdingen

Een analyse van de kop-staartaanrijdingen toont een effectiviteitsindex van 1,44 [1,29; 1,62]. Dit duidt aan dat het aantal kop-staartaanrijdingen met gewonden significant steeg met 44%. Figuur 5.58 toont duidelijk dat de resultaten sterk verspreid liggen tussen een effectiviteitsindex van 0 en 4, waarbij de locaties met een index tussen 0 en 2 het grootste gewicht krijgen.

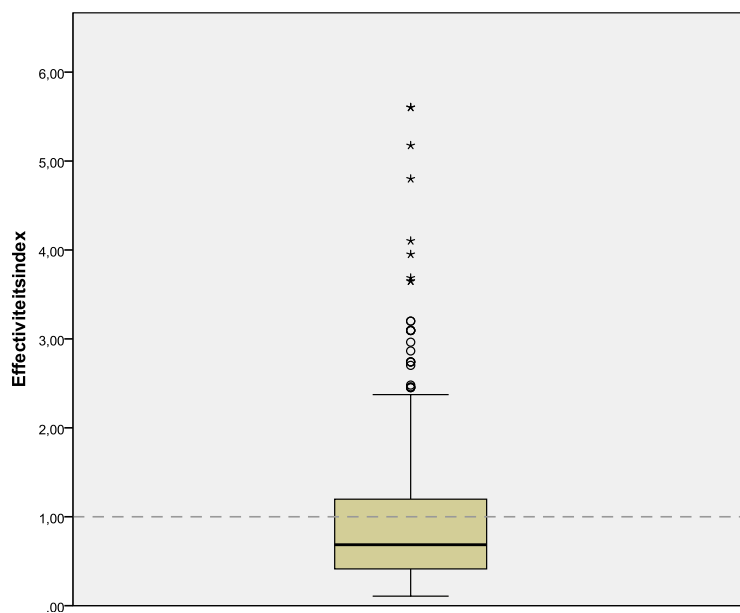


Figuur 5.58 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met alle kopstaartaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

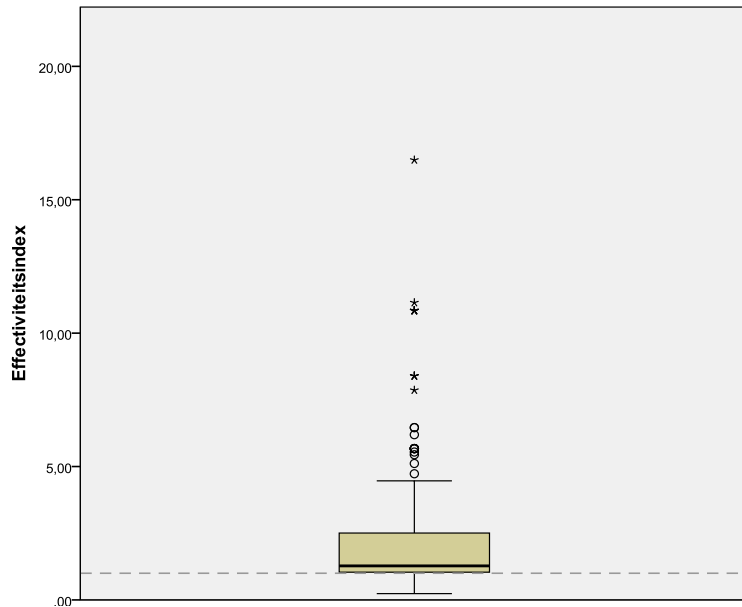
5.4.3 Ernstige ongevallen

In de literatuur wordt vaak aangeduid dat RLC leidt tot een daling in ernstige ongevallen, wegens het feit dat flankaanrijdingen, die vaak ernstige gevolgen hebben, dalen, terwijl het aantal kopstaartongevallen, die vaak minder ernstig zijn, gelijk blijven of stijgen. Daarom wordt hier ook het effect op de ernstige ongevallen onderzocht.

Figuur 5.59 en Figuur 5.60 tonen de resultaten van de effectiviteit per locatie in boxplots. De analyses met de ernstige flankaanrijdingen tonen duidelijk dat een groot deel van de locaties een effectiviteitsindex hebben die lager is dan 1. De ernstige kopstaartaanrijdingen tonen eerder het omgekeerde, waarbij slechts een beperkt aantal locaties een index onder 1 vertonen.



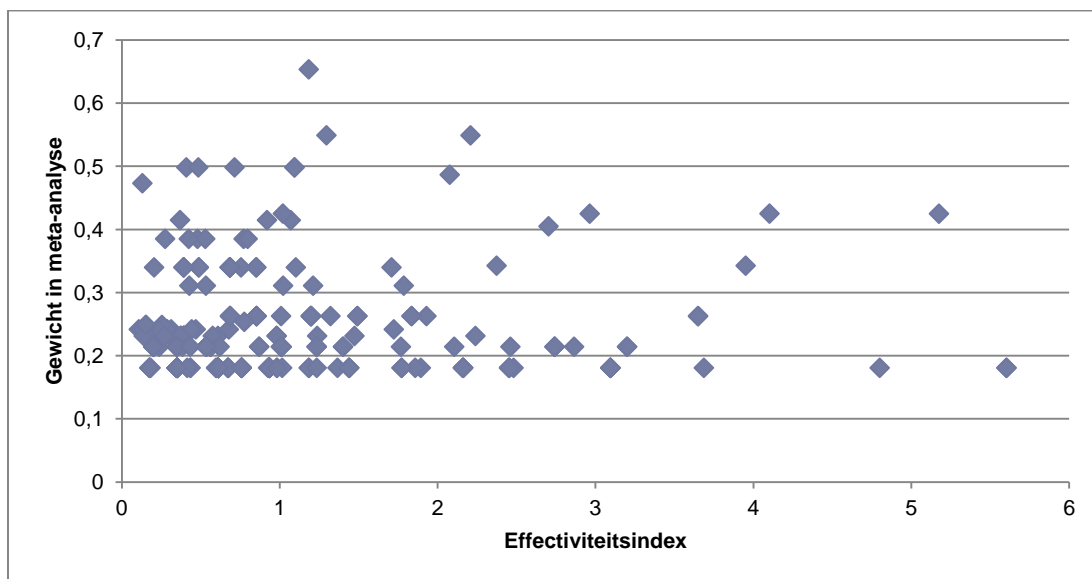
Figuur 5.59 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor ernstige flankaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van trend



Figuur 5.60 Spreiding van effectiviteitsindexen per locatie, voor ernstige kop-staartaanrijdingen rond RLC zonder werken, met de methode van Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.4.3.1.1 Flankaanrijdingen

Voor de ernstige flankaanrijdingen wordt een effectiviteitsindex gevonden van 0,76 met een betrouwbaarheidsinterval van [0,59; 0,98]. Dit wijst op een significante daling in het aantal ernstige ongevallen van 24%.



Figuur 5.61 Effectiviteitsindex per locatie en het gewicht hiervan in de meta-analyse met ernstige flankaanrijdingen aan RLC zonder werken, met de methode volgens Elvik ter controle van RTM en VG2 ter controle van de trend

5.4.3.1.2 Kop-staartaanrijdingen

Voor de ernstige kop-staartaanrijdingen is het niet echt zinvol om een voor- en na-analyse uit te voeren. Zoals te zien is op Figuur 5.52 (p108), is het aantal ongevallen zeer laag (7 tot 19 ongevallen op 253 locaties). Op basis hiervan is het niet mogelijk een gefundeerde voor- en nastudie uit te voeren. Wel kan uit het aantal ernstige kop-staartaanrijdingen, weergegeven op Figuur 5.52 twee

conclusies getrokken worden. Ten eerste is duidelijk te zien dat het aantal ernstige kop-staartaanrijdingen heel laag ligt, iets wat ook al in de literatuur werd weergegeven. Daarnaast is een lichte daling in het aantal kop-staartaanrijdingen waar te nemen, waaruit kan besloten worden dat het plaatsen van een RLC wel tot een stijging leidt van het aantal kop-staartaanrijdingen met lichte verwondingen tot gevolg, maar niet tot een stijging van het aantal aanrijdingen met ernstige verwondingen tot gevolg.

5.4.4 Conclusie

Uit de analyses waarbij een onderscheid wordt gemaakt naar de kop-staartaanrijdingen en de flankaanrijdingen rond RLC, kunnen enkele interessante conclusies worden gemaakt. Eerst en vooral is duidelijk te zien dat het plaatsen van een RLC leidt tot een daling in het aantal flankaanrijdingen. Voor het aantal letselgevallen was deze daling niet significant. Het effect op de ernstige ongevallen is wel significant. Hierbij wordt een daling van 24% waargenomen. Het plaatsen van RLC leidt dus tot een daling in het aantal flankaanrijdingen, waarbij vooral het aantal ernstige flankaanrijdingen daalt.

Het aantal kop-staartaanrijdingen vertoont het tegenovergestelde. Hier wordt voor het totale aantal letselgevallen op plaatsen met een RLC een significante stijging gevonden in het aantal kop-staartaanrijdingen van 44%. Voor het aantal ernstige kop-staartaanrijdingen was het niet mogelijk om analyses te doen, wegens het lage aantal ongevallen in de onderzoeksgroep. Wel is te zien dat het aantal ongevallen overheen de onderzoeksperiode een lichte daling vertoont. Hieruit kan besloten worden dat de stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen vooral lichte verwondingen meebrengt.

Tabel 5.7 Samenvattende tabel van de analyses waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen de flankaanrijdingen en de kop-staartaanrijdingen rond RLC, uitgedrukt in effectiviteitsindex [95%BI]

	Alle letselgevallen	Ernstige ongevallen
Flankaanrijdingen	0,94 [0,85; 1,03]	0,76 [0,59; 0,98]*
Kop-staartaanrijdingen	1,44 [1,29; 1,62]	

*p<0,1

**p<0,05

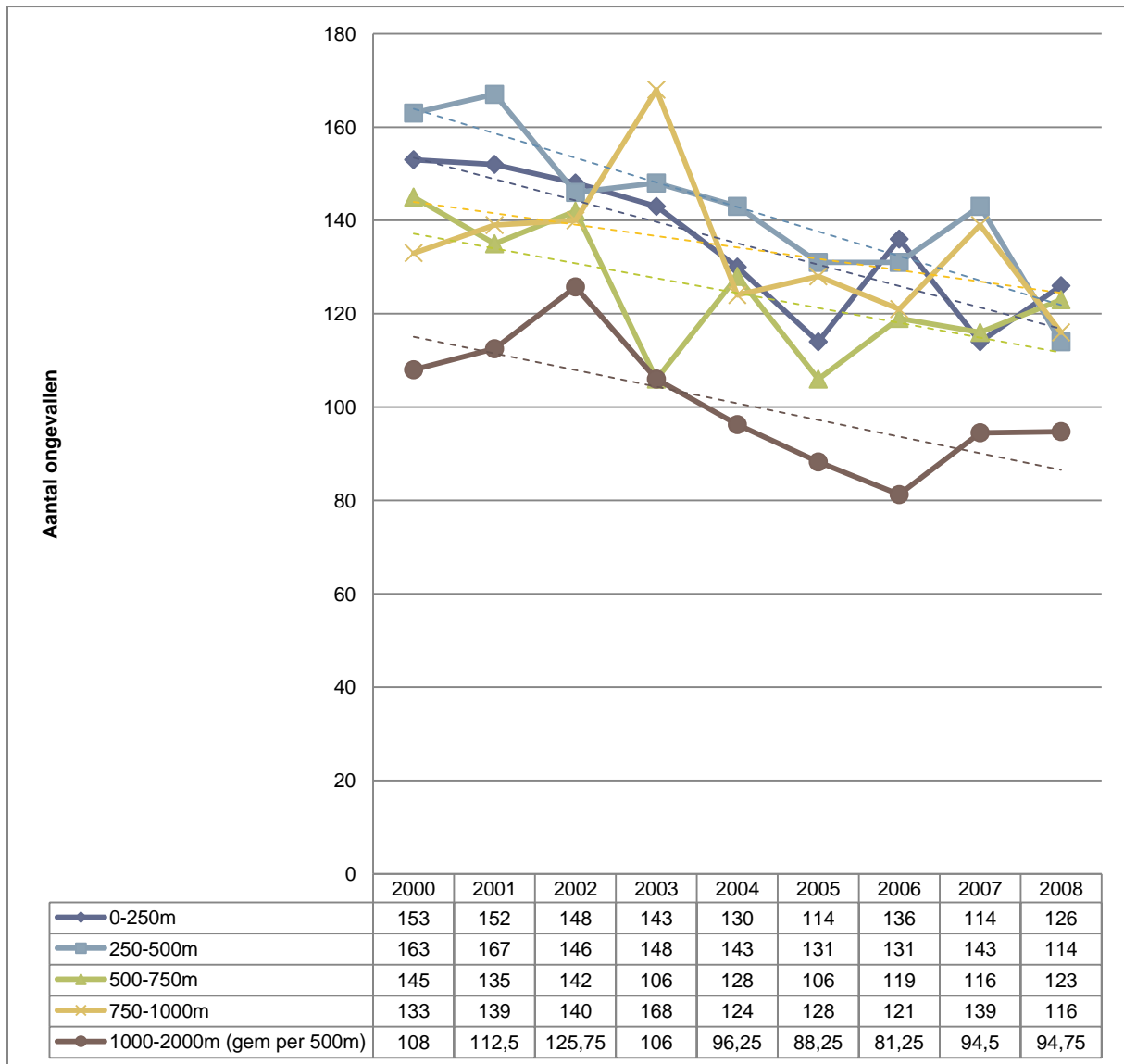
5.5 Onderscheid naar afstand tot SNC

Om een genuanceerder beeld te krijgen van de effectiviteit van SNC, is het interessant om na te gaan of er een verschil in effectiviteit is naargelang de afstand tot de SNC. De vraag die hier kan gesteld worden is of en tot welke afstand de camera een effect heeft. Om na te gaan of er een verschil in effectiviteit is naargelang de afstand tot de SNC, werden ongevallen geselecteerd op verschillende afstanden. Zo werden ongevallen geselecteerd tussen een afstand van 0 en 250m, 250 en 500m, 500 en 750m, 750 en 1000m en tenslotte 1000 en 2000m.

5.5.1 Overzicht aantal ongevallen op verschillende afstanden tov de SNC

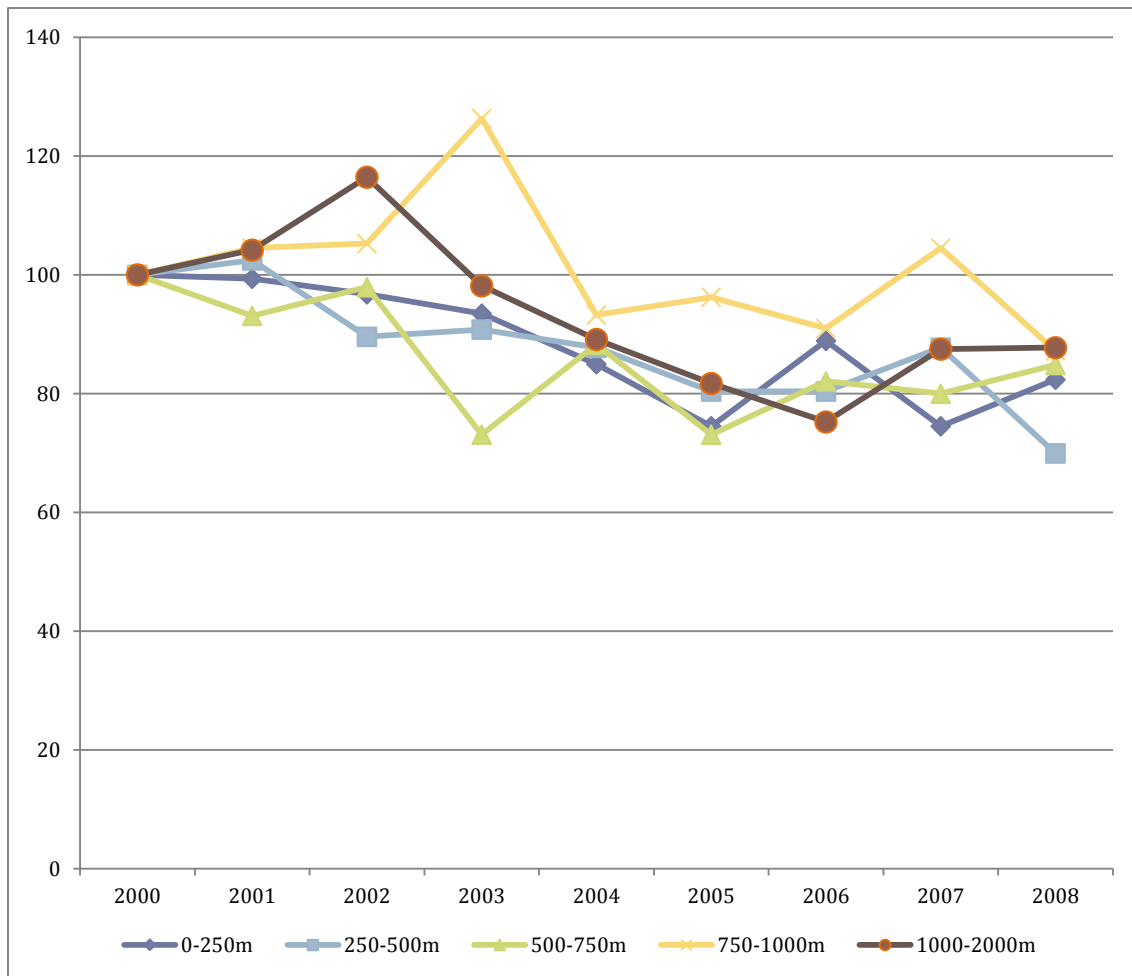
Figuur 5.62 geeft het verloop van het ongevalenaantal weer op elk van de afstanden. Om een goede vergelijking mogelijk te maken, werd voor de afstand van 1000-2000m het aantal ongevallen gedeeld door vier, zodat elke lijn het aantal ongevallen vertegenwoordigt op een totale afstand van 500m (telkens 250m voor en na de SNC). Hieruit is te zien dat tijdens de eerste jaren van de onderzoeksperiode, wanneer nog geen camera geplaatst was, het aantal ongevallen hoger is, naarmate de afstand tot de SNC daalt. Zo is in het jaar 2000 het hoogste aantal ongevallen waar te nemen op een afstand van 250-500m (163 ongevallen), gevolgd door 0-250m (153 ongevallen), 500-750m (145 ongevallen), 750-1000m (133 ongevallen) en 1000-2000m (108 ongevallen/500m). Dit wijst er reeds op dat de flitspalen geplaatst zijn op punten waar een hoog aantal ongevallen

plaatsvonden. Daarnaast toont de figuur dat voor alle secties het aantal ongevallen gedaald is overheen de onderzoeksperiode.



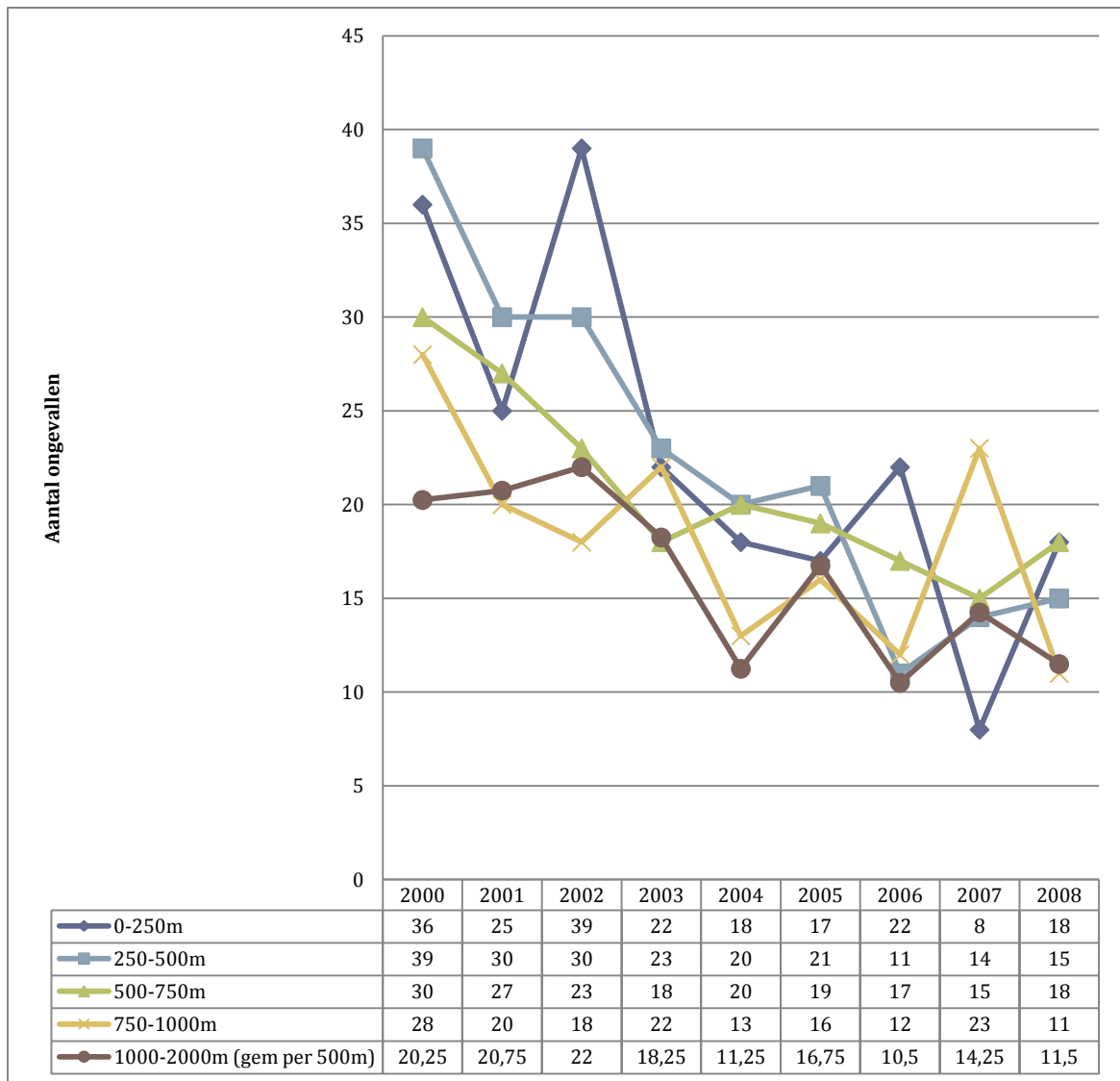
Figuur 5.62 Aantal ongevallen per jaar geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken

Een beter beeld wordt weergegeven door de procentuele evolutie (zie Figuur 5.63). Hier is te zien dat op alle afstanden een daling waar te nemen is. De daling is wel beperkter voor de afstanden 750-1000m en 1000-2000m. De overige afstanden tonen een duidelijkere daling.



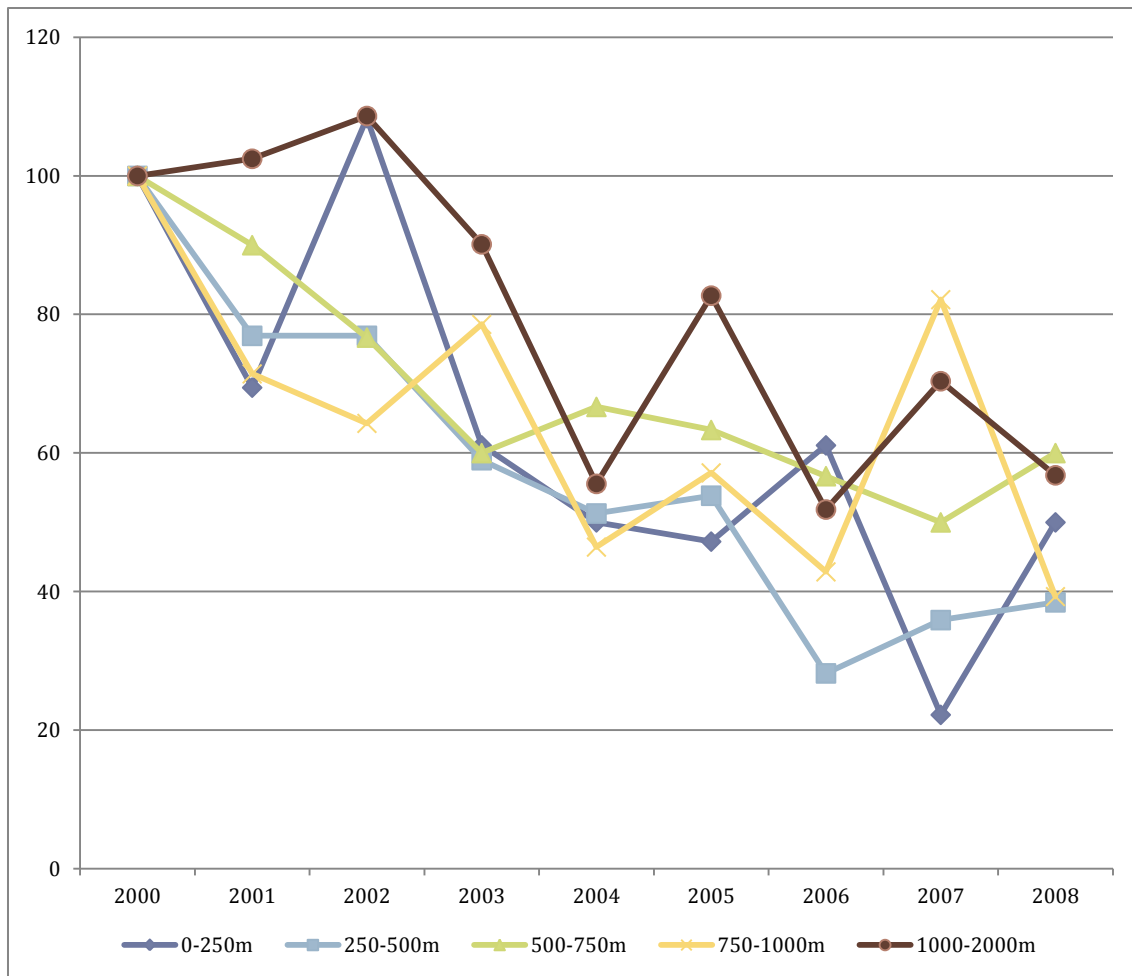
Figuur 5.63 Percentuele evolutie van het aantal ongevallen, geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken

Daarnaast is het ook interessant het verschil in ongevallenverloop op de verschillende afstanden te bekijken voor de ernstige ongevallen. Uit Figuur 5.64 is te zien dat ook het aantal ernstige ongevallen tijdens de eerste jaren van de onderzoeksperiode hoger is dichtbij de SNC in vergelijking met verderaf van de SNC. Verder is een duidelijke daling in het aantal ernstige ongevallen op alle afstanden waar te nemen.



Figuur 5.64 Aantal ernstige ongevallen per jaar geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken

Figuur 5.65 toont de procentuele evolutie van deze ernstige ongevallen. Hieruit is te zien dat er sterke fluctuaties zijn. Verder toont de figuur duidelijk dat de evolutie in de ongevallen op een afstand van 1000-2000m boven alle andere lijnen blijft. De ongevallen op een afstand van 0-250m en 250-500m tonen daarentegen een duidelijk sterkere daling in vergelijking met de andere afstanden.



Figuur 5.65 Percentuele evolutie van het aantal ernstige ongevallen, geselecteerd volgens een verschillende afstand tov SNC zonder werken

5.5.2 Voor- en na analyse van de ongevallen op een verschillende afstand tov de SNC

Om een goede analyse mogelijk te maken, worden ook hier voor- en navergelijkingen uitgevoerd. Bij het uitvoeren van de analyses werd gebruik gemaakt van de methode volgens Elvik ter controle van de RTM en VG2 ter controle van de trend. Wegens het feit dat het aantal onderzoekslocaties (65 locaties) beperkt is, is ook het aantal ernstige ongevallen in de onderzoeksgroep beperkt. Daarom zal het moeilijk zijn om significante resultaten af te leiden. Toch worden de analyses hier ook uitgevoerd voor de ernstige ongevallen, aangezien hier toch een indicatie kan uitgehaald worden.

Tabel 5.8 toont de resultaten van deze analyses. Wat betreft alle letselongevallen is niet meteen een patroon in de effectiviteitsindex waar te nemen, naargelang de afstand tot de flitspaal. Voor de kortste afstand (0-250m) wordt geen verschil in het aantal ongevallen van de voor- naar de naperiode waargenomen. Voor de afstand 250-500m is er een indicatie tot daling van 8%, maar dit resultaat is niet significant. Ook de volgende twee afstanden (500-750m en 750-1000m) tonen geen significante verandering in het aantal ongevallen. Het verschil hierbij is wel, dat hier eerder een indicatie tot een stijging in het aantal ongevallen kan worden vastgesteld. Voor de verste afstand (1000-2000m) tenslotte wordt wel een significante daling vastgesteld, en dit van 12%. Dit betreft toch wel een opmerkelijk resultaat. Zoals te zien is in Figuur 5.62, is er ten opzichte van het beginjaar van de onderzoeksperiode een heel beperkte daling waar te nemen. Dat hier toch een significante daling wordt waargenomen, kan deels verklaard worden door de piek in het aantal ongevallen in 2002 die een uitschieter lijkt te zijn. Daarnaast is de kans bestaande dat op deze afstand ook andere flitspalen zijn geplaatst, of andere verkeersveiligheidsmaatregelen zijn genomen, zoals bijvoorbeeld het plaatsen van conflictvrije verkeersregelinstallaties. Bijgevolg is het mogelijk dat het gevonden effect op

de afstand van 1000-2000m niet enkel kan verklaard worden door de aanwezigheid van flitspalen maar ook door andere maatregelen.

Wat betreft de ernstige ongevallen, is duidelijk te zien dat het de daling beperkter wordt naarmate de afstand tot de SNC stijgt. Op een afstand van 250m is een daling in het aantal ongevallen van 27% waar te nemen. Dit resultaat is echter niet significant, wat vooral kan toegewezen worden aan een breed betrouwbaarheidsinterval. Dit breed betrouwbaarheidsinterval is het gevolg van het lage ongevallenaantal en dus de mogelijke toevalseffecten. Op de afstand tussen 250 en 500m is eveneens een niet-significante daling op te merken, en dit van 23%. Voorbij de 500m is eerder een stijging in het aantal ongevallen waar te nemen, waarbij het aantal ongevallen met 14% lijkt te stijgen op een afstand tussen 500 en 750m van de flitspaal en met 27% op een afstand van 750-1000m. Maar ook deze resultaten zijn niet significant. Ook hier vallen de resultaten van de sectie 1000-2000m van de flitspaal weer op, waarbij een niet-significante daling van 8% wordt waargenomen.

Tabel 5.8 Resultaten van de analyses van de effectiviteit van SNC, waarbij ongevallen werden geselecteerd volgens verschillende afstanden tov de flitspaal

	Alle letselongevallen	Ernstige ongevallen
Afstand	Effectiviteitsindex [95%BI]	Effectiviteitsindex [95%BI]
0-250m	0,99 [0,85; 1,14]	0,73 [0,50; 1,06]
250-500m	0,92 [0,79; 1,06]	0,77 [0,53; 1,11]
500-750m	1,08 [0,93; 1,27]	1,14 [0,81; 1,62]
750-1000m	1,02 [0,88; 1,19]	1,27 [0,86; 1,87]
1000-2000m	0,88 [0,81; 0,97]*	0,92 [0,74; 1,16]

* $p < 0,05$

Uit dit alles kan besloten worden dat er enige indicatie is dat het effect van flitspalen zich vooral afspeelt in de nabije omgeving van de flitspaal, maar dat de cijfers hoogst onzeker zijn en deze hypothese zelfs tegenspreken voor de effecten op ruimere afstand van de SNC (1000-2000m).

5.6 Onderscheid naar kenmerken van de locatie

Naast bovenstaande analyses, is het ook interessant om na te gaan of er verschillen in effectiviteit zijn naargelang de kenmerken van de locatie van de flitspaal. Zo wordt een onderscheid gemaakt naar de provincie waarin de locatie gelegen is, of deze binnen of buiten de bebouwde kom ligt, het aantal rijstroken op de weg, de toegelaten snelheid en de al of niet aanwezigheid van een middenberm. Bijkomend wordt ook onderzocht of de flitspaal in een traject staat en of er een verschil is in effectiviteit tussen de flitspalen die wel of niet in traject staan. Een traject wordt door het Agentschap Wegen en Verkeer gedefinieerd als een plaats waarbij minstens drie flitspalen in de buurt staan van elkaar (AWV, 2009). De maximum afstand dat deze ten opzichte van elkaar mogen staan, hangt af van de toegelaten snelheid op die weg. In dit onderzoek wordt een vaste afstand gehanteerd om te bepalen of flitspalen al of niet in een traject staan. Hiertoe wordt een afstand van 1000m en 1500m genomen. Voor de selectie van SNC in traject worden alle SNC en RLC geselecteerd die binnen 1 of 1,5km voor of na de SNC op hetzelfde wegvak staan. Hierbij worden zowel SNC als RLC opgenomen, aangezien RLC ook controleren voor snelheid, waarvan kan verwacht worden dat deze hetzelfde effect hebben dan enkel SNC. Bij de analyses van de RLC, worden enkel de RLC geselecteerd. Hier worden de SNC niet opgenomen, aangezien deze enkel controleren voor snelheid en niet voor roodlichtnegatie, wat een verschillend effect kan hebben naar effectiviteit. Voor RLC wordt een straal gehanteerd om de flitspalen in de buurt te selecteren. Op die manier worden alle flitspalen op alle wegen van het kruispunt geselecteerd.

Voor de analyses van zowel de SNC als RLC, werd gebruik gemaakt van de methode volgens Elvik ter controle van RTM en van VG2 ter controle van de trend. Hierbij worden enkel de locaties geëvalueerd waar geen werken plaatsvonden. Wel wordt bij de analyse van de RLC wel een onderscheid gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen. Per analyse, SNC en RLC (flank- en kop-staartaanrijdingen), wordt eerst een analyse uitgevoerd waarbij de effectiviteit per

categorie berekend wordt. Daarna wordt bekeken of de verschillen tussen de categorieën significant zijn. Voor alle analyses wordt gebaseerd op het totale aantal letselongevallen.

5.6.1 SNC

5.6.1.1 Effectiviteit per categorie

Wat betreft het onderscheid naar **provincie**, wordt de hoogste effectiviteit gevonden voor locaties in West-Vlaanderen. Hier werd een significante daling in het aantal ongevallen van 35% gevonden. Voor de overige provincies werden geen significante resultaten gevonden. Voor Oost-Vlaanderen werd een daling van 12% in het aantal ongevallen gevonden, voor Limburg, Vlaams-Brabant en Antwerpen werd een stijging van respectievelijk 3, 5 en 16% gevonden, echter allemaal niet significant. Voor de locaties binnen de **bebouwde kom** werd een daling van 11% gevonden, buiten de bebouwde kom was dit 4%. Beide resultaten waren ook niet significant. Wat betreft het **aantal rijstroken** werd een daling van 13% gevonden op locaties met 1 rijstrook, 8% voor locaties met 2 rijstroken. Het aantal locaties met 3 rijstroken is beperkt tot één, zodat hier geen meta-analyse kon uitgevoerd worden. Locaties zonder **middenberm** vertonen een significante daling in het aantal ongevallen van 15%. De locaties met middenberm vertonen geen significante verandering. Bij het maken van een onderscheid naar **toegelaten snelheid**, wordt een significante daling van 23% in het aantal ongevallen gevonden op locaties met een snelheidslimiet van 50km/u. Voor de overige snelheden worden geen significante resultaten gevonden, waarbij de effectiviteitsindex schommelt rond 1. Wat betreft het onderscheid tussen al of niet in **traject** staan, blijkt dat slechts een minderheid van de flitspalen in een traject staat (11 flitspalen hebben twee of meer flitspalen op een afstand van 1000m en 18 flitspalen hebben twee of meer flitspalen op een afstand van 1500m). Bij het hanteren van een afstand van 1000m, wordt voor de locaties die niet in traject staan, een daling in het aantal ongevallen gevonden van 11%. Deze daling is net niet significant. Voor de SNC die wel in traject staan wordt geen significante verandering in het aantal ongevallen gevonden. Indien 1500m wordt gehanteerd om te bepalen of flitspalen al of niet in traject staan, wordt een daling van 12% in het aantal letselongevallen gevonden, indien flitspalen niet in traject staan. Dit resultaat is net niet significant. Voor de locaties die wel in traject staan wordt geen significante verandering gevonden.

Tabel 5.9 Effectiviteit van SNC, opgedeeld naar kenmerken van de locatie

Kenmerk	Categorieën	Aantal locaties	Effectiviteitsindex [BI]
Provincie	Antwerpen	25	1,16 [0,96; 1,41]
	Limburg	7	1,03 [0,74; 1,43]
	Oost-Vlaanderen	12	0,88 [0,73; 1,07]
	Vlaams-Brabant	6	1,05 [0,56; 1,99]
	West-Vlaanderen	15	0,65 [0,52; 0,81]**
Bebouwde kom	Binnen	26	0,89 [0,77; 1,02]*
	Buiten	39	0,96 [0,81; 1,14]
Aantal rijstroken	1	35	0,87 [0,73; 1,03]
	2	17	0,92 [0,79; 1,07]
	3	1	1,70 [0,96; 3,00]
Aanwezigheid middenberm hoofdweg	Geen middenberm	51	0,85 [0,73; 0,99]**
	Wel middenberm	14	0,99 [0,85; 1,15]
Toegelaten snelheid	30	3	1,04 [0,52; 2,09]
	50	22	0,77 [0,66; 0,90]**
	70	32	1,07 [0,91; 1,25]

	90	7	1,00 [0,59; 1,61]
Traject 1000 m	Geen traject	54	0,89 [0,78; 1,01]*
	Wel traject	11	0,98 [0,81; 1,19]
Traject 1500m	Geen traject	47	0,88 [0,76; 1,01]*
	Wel traject	18	0,97 [0,82; 1,14]

** p<0,05

* p<0,1

5.6.1.2 *Vergelijkende analyse*

Bovenstaande analyses bieden een zicht op de effectiviteit naargelang de kenmerken van de locaties. Echter is het op basis van deze analyses niet mogelijk om te zeggen of de locaties binnen de verschillende categorieën van een bepaald kenmerk nu significant van elkaar verschillen. Zo bijvoorbeeld kan niet gezegd worden of de aanpassingen op locaties binnen een bepaalde categorie van een kenmerk, bijvoorbeeld de provincie Antwerpen, nu effectiever zijn dan locaties binnen een andere categorie, bijvoorbeeld de provincie Limburg. Daarom werd een vergelijkende analyse uitgevoerd waarbij de effectiviteit van alle locaties binnen een categorie van een bepaald kenmerk, wordt afgezet tegen de effectiviteit van de locaties binnen de andere categorieën. Deze vergelijkende analyse is gebaseerd op de niet-gewogen effectiviteitsindexen van alle locaties binnen een bepaalde categorie. Om deze vergelijking uit te voeren werd de ANOVA-analyse in SPSS gehanteerd. In eerste instantie wordt bekeken of er een significant verschil in effectiviteit is tussen de categorieën van eenzelfde kenmerk (bv de provincies). Dit worden de hoofdeffecten genoemd. Daarnaast worden verschillende kenmerken gecombineerd, om na te gaan of locaties met een bepaalde combinatie van kenmerken significant verschillen van elkaar. Zo bijvoorbeeld wordt bekeken of locaties binnen de bebouwde kom nu significant verschillend zijn van locaties buiten de bebouwde kom, afhankelijk van het aantal rijstroken op de hoofdweg. Deze analyses kunnen benoemd worden als interactie-effecten.

Eén van de voorwaarden om de ANOVA-analyse uit te voeren is dat groepen minstens vijf observaties omvatten. Enkele categorieën omvatten minder dan vijf variabelen. Volgende groepen werden uit de analyses gelaten indien het betreffende kenmerk werd geanalyseerd:

- snelheidslimiet: 30 km/u (3 locaties)
- rijstroken: locaties met 3 rijstroken (1 locatie)

Een tweede voorwaarde is dat alle groepen uit een normaal verdeelde populatie dienen te komen. Aangezien dit niet altijd het geval is, werd voor de vergelijkende analyses gebruik gemaakt van de natuurlijke logaritmen van de effectiviteitsindexen. Ook dienen de varianties (= de spreiding) van de groepen gelijk te zijn. Dit kan getest worden met de 'Levene's Test for equality of variance'. Indien niet aan deze voorwaarden voldaan wordt, mogen de resultaten van de analyses niet geïnterpreteerd worden.

Tabel 5.10 toont de resultaten van deze analyses. Zowel naar provincies ($f=1,398$; $p=0,246$), situering binnen of buiten bebouwde kom ($f=0,815$; $p=0,370$), aantal rijstroken ($f=0,478$; $p=0,493$) en aanwezigheid van middenberm ($f=0,095$; $p=0,758$) worden geen significante verschillen gevonden in de effectiviteit. Voor de vergelijking naar toegelaten snelheid, wordt een randsignificant resultaat gevonden ($f=2,605$; $p=0,083$). Indien gekeken wordt naar de gemiddelden in Tabel 5.9, is te zien dat het hoogste effect bekomen wordt op 50km/u wegen, terwijl op wegen met een andere snelheidslimiet geen verschil wordt waargenomen in de effectiviteit. Ook werd gekeken of de verschillen in effectiviteit tussen de flitspalen die wel in traject en de flitspalen die niet in traject staan significant zijn. Indien een afstand van 1000m wordt gehanteerd om te bepalen of een SNC in traject staat, en een afstand van 1500m wordt gehanteerd, worden voor beide selecties geen significante resultaten gevonden. Het effect van SNC die in traject staan, verschilt dus niet van SNC die niet in traject staan.

Tabel 5.10 Vergelijkende analyse van de effectiviteit gebaseerd op alle letselongevallen, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk

Kenmerk	F-waarde	Df	P-waarde	
Provincie	1,398	4	0,246	Niet significant
Bebouwde kom	0,815	1	0,370	Niet significant
Aantal rijstroken	0,478	1	0,493	Niet significant
Aanwezigheid middenberm	0,095	1	0,758	Niet significant
Toegelaten snelheid	2,605	3	0,083	Randsignificant
Traject 1000m	0,006	1	0,941	Niet significant
Traject 1500m	0,227	1	0,635	Niet significant

Daarnaast is ook onderzocht of er significante interactie-effecten konden vastgesteld worden. Hierbij werden twee variabelen gecombineerd om na te gaan of de locaties met beide kenmerken een hogere effectiviteit hebben dan locaties zonder, of met slechts 1 van deze kenmerken. Zo werd gevonden dat er een significant interactie-effect is tussen bebouwde kom en middenberm ($f=3,916$; $df=3$; $p=0,052$). Volgende gemiddelden worden gevonden:

- binnen bebouwde kom met middenberm (7 locaties): 1,01 [0,85; 1,20]
- binnen bebouwde kom zonder middenberm (19 locaties): 0,71 [0,57; 0,89]
- buiten bebouwde kom zonder middenberm (32 locaties): 0,99 [0,80; 1,22]
- buiten bebouwde kom met middenberm (8 locaties): 0,91 [0,67; 1,23]

Uit deze resultaten is te zien dat het hoogste effect gevonden wordt voor wegvakken binnen de bebouwde kom zonder middenberm. De overige analyses vertonen geen significante verandering in het aantal letselongevallen.

5.6.2 RLC

Aangezien aan de RLC een belangrijk verschil tussen kop-staartaanrijdingen en flankaanrijdingen werd vastgesteld, wordt hierin onderscheid gemaakt bij het analyseren naar kenmerken van de locatie. Ook hier wordt eerst de effectiviteit per categorie gemeten, gevolgd door een vergelijkende analyse.

5.6.2.1 Effectiviteit per categorie

5.6.2.1.1 Flankaanrijdingen

Tabel 5.11 toont de resultaten van deze analyses voor flankaanrijdingen aan RLC zonder werken. Wat betreft het onderscheid naar **provincie** is de hoogste daling te vinden voor de RLC in West-Vlaanderen, waar een daling van 27% in het aantal flankaanrijdingen gevonden wordt. Dit wordt gevolgd door Vlaams-Brabant, Limburg en Oost-Vlaanderen, met een daling van respectievelijk 18%, 14% en 6%. Deze resultaten zijn echter allemaal niet significant. Voor de provincie Antwerpen wordt een stijging in het aantal flankaanrijdingen gevonden van 40%. Bij het onderscheid tussen RLC binnen en buiten de **bebouwde kom**, is te zien dat aan de flitspalen buiten de bebouwde kom een significante daling in het aantal flankaanrijdingen van 18% gevonden wordt. Voor de locaties binnen de bebouwde kom wordt geen significante verandering gevonden. Wat betreft het **aantal rijstroken**, vertonen locaties met 1 rijstrook een daling in het aantal ongevallen van 11%, voor locaties met 2 rijstroken betreft dit een daling van 7%. Deze resultaten zijn niet significant. Locaties met 3 en 4 rijstroken omvatten slechts een beperkt aantal locaties (respectievelijk 7 en 3), zodat een meta-analyse hier niet echt zinvol is. Locaties zonder een **middenberm** vertonen een significante daling in het aantal flankaanrijdingen van 15%, terwijl de locaties met een middenberm geen significante verandering vertonen. Op de overige wegen worden geen significante veranderingen waargenomen in het aantal ongevallen. Een onderscheid naar de **toegelaten snelheid** toont een significante daling in het aantal ongevallen met 17% op kruispunten met een snelheidslimiet van 90 km/u. Voor de overige snelheidsregimes worden geen significante resultaten gevonden. Voor kruispunten met een limiet van

70 km/u wordt eerder een dalende trend vastgesteld, terwijl deze bij de punten met een maximum snelheid van 50 en 120km/u eerder stijgend is. Ook wordt een onderscheid gemaakt tussen RLC die wel en degene die niet in **traject** staan. Voor de RLC die op minstens 1000m minstens twee RLC hebben, wordt geen significante verandering in het aantal ongevallen gevonden. Voor RLC die niet in traject staan, wordt een daling van 11% in het aantal flankaanrijdingen gevonden. Bij het hanteren van een afstand van 1500m ter bepaling van een traject, wordt een daling van 18% gevonden voor RLC die niet in traject staan en wordt geen significante verandering waargenomen voor de RLC die wel in traject staan.

Tabel 5.11 Effectiviteit van RLC, specifiek voor flankaanrijdingen, opgedeeld naar kenmerken van de locatie

Kenmerk	Categorieën	Aantal locaties	Effectiviteitsindex [95%BI]
Provincie	Antwerpen	49	1,40 [1,13; 1,74]
	Limburg	42	0,86 [0,70; 1,07]
	Oost-Vlaanderen	78	0,94 [0,78; 1,12]
	Vlaams-Brabant	35	0,82 [0,60; 1,13]
	West-Vlaanderen	49	0,73 [0,59; 0,90]**
Bebouwde kom	Binnen	95	1,14 [0,98; 1,33]
	Buiten	158	0,82 [0,72; 0,93]**
Aantal rijstroken	1	71	0,89 [0,73; 1,08]
	2	153	0,93 [0,83; 1,05]
	3	7	1,72 [0,99; 3,01]
	4	3	1,04 [0,59; 1,85]
Aanwezigheid middenberm	Geen middenberm	126	0,85 [0,73; 0,98]**
	Wel middenberm	127	1,02 [0,89; 1,16]
Toegelaten snelheid	50	68	1,06 [0,87; 1,28]
	70	85	0,97 [0,83; 1,14]
	90	94	0,83 [0,71; 0,97]**
	120	5	1,08 [0,57; 2,02]
Traject 1000 m	Geen traject	197	0,89 [0,80; 0,99]**
	Wel traject	56	1,11 [0,90; 1,35]
Traject 1500m	Geen traject	152	0,82 [0,72; 0,93]**
	Wel traject	101	1,11 [0,96; 1,29]

** p<0,05

* p<0,1

5.6.2.1.2 Kop-staartaanrijdingen

Zoals reeds uit de vorige analyses bleek (zie 5.4.2p109), wordt een stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen gevonden voor alle RLC. Tabel 5.12 toont dan ook geen enkel significante daling. Daarentegen worden voor verschillende analyses significante stijgingen gevonden. Wat betreft het onderscheid naar provincie, wordt voor Vlaams-Brabant geen significante verandering in het aantal

ongevallen gevonden. Voor de overige provincies wordt een significante stijging gevonden. Voor West-Vlaanderen was dit een stijging van 32%, voor Limburg 48%, voor Antwerpen 49%, voor Oost-Vlaanderen 63%. Buiten de bebouwde kom wordt een stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen van 33% waargenomen, binnen de bebouwde kom betreft dit aantal 70%. Bij het maken van een onderscheid naar aantal rijstroken, zijn vooral de locaties met 1 of 2 rijstroken in de meerderheid. Hier werd een stijging van 42% in het aantal kop-staartaanrijdingen gevonden voor locaties met één rijstrook en 44% voor locaties met twee rijstroken. Locaties zonder een middenberm vertonen een stijging in het aantal ongevallen van 33%, locaties met een middenberm vertonen een stijging van 53%. Bij onderverdeling naar toegelaten snelheid betrof deze stijging voor 90, 70 en 50km/u-wegen respectievelijk 38, 44 en 57%. Voor locaties die niet in traject staan, wordt voor een afstand van 1000m en 1500m een stijging van respectievelijk 35 en 34% gevonden. Voor RLC die wel in traject staan, werd een stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen van respectievelijk 85 en 61% waargenomen.

Tabel 5.12 Effectiviteit van RLC, specifiek voor kop-staartaanrijdingen, opgedeeld naar kenmerken van de locatie

Kenmerk	Categorieën	Aantal locaties	Effectiviteitsindex [95% BI]
Provincie	Antwerpen	49	1,49 [1,15; 1,94]
	Limburg	42	1,48 [1,17; 1,87]
	Oost-Vlaanderen	78	1,63 [1,33; 1,99]
	Vlaams-Brabant	35	0,98 [0,67; 1,44]
	West-Vlaanderen	49	1,32 [1,02; 1,72]
Bebouwde kom	Binnen	95	1,70 [1,39; 2,08]
	Buiten	158	1,33 [1,16; 1,53]
Aantal rijstroken	1	71	1,42 [1,10; 1,84]
	2	153	1,44 [1,26; 1,66]
	3	7	1,72 [0,90; 3,28]
	4	3	2,29 [1,02; 5,18]
Aanwezigheid middenberm	Geen middenberm	126	1,33 [1,12; 1,59]
	Wel middenberm	127	1,53 [1,31; 1,77]
Toegelaten snelheid	50	68	1,57 [1,22; 2,02]
	70	85	1,44 [1,19; 1,76]
	90	94	1,38 [1,16; 1,64]
	120	5	1,40 [0,62; 3,17]
Traject 1000m	Geen traject	197	1,35 [1,19; 1,53]
	Wel traject	56	1,85 [1,44; 2,36]
Traject 1500m	Geen traject	152	1,34 [1,16; 1,55]
	Wel traject	101	1,61 [1,35; 1,93]

5.6.2.2 Vergelijkende analyse

Om een uitspraak te kunnen doen over het feit of de gevonden verschillen nu significant verschillend zijn, werden ook hier vergelijkende analyses uitgevoerd in SPSS. Voor de analyses met het aantal rijstroken werden de locaties met 4 rijstroken (3sites) en 5 rijstroken (1 site) uit de analyse gelaten.

5.6.2.2.1 Flankaanrijdingen

Bij het analyseren of er verschillen zijn naargelang de provincie waarin de locatie gelegen is, wordt wel een significant resultaat gevonden ($f=5,172$; $p=0,001$), maar dit resultaat mag niet geïnterpreteerd worden aangezien de variantie niet voldoende gelijk is ($p=0,004$). Daarom wordt een nieuwe analyse uitgevoerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van een non-parametrische test (zie 3.3.3, p33 voor meer informatie). Voor deze test is het niet noodzakelijk dat de varianties gelijk verdeeld zijn. Bij het uitvoeren van een non-parametrische test voor de provincie, wordt gevonden dat er een significant verschil is in de effectiviteit ($\chi^2=16,81$; $df=4$; $p=0,002$). Enkel voor West-Vlaanderen wordt een significante daling gevonden van 27%. Voor de provincies Vlaams-Brabant, Limburg en Oost-Vlaanderen worden geen significante veranderingen in het aantal flankaanrijdingen vastgesteld. In de provincie Antwerpen stijgt dit aantal significant met 40%.

Ook bij het maken van een onderscheid naar al of niet aanwezigheid van een middenberm, wordt gevonden dat variantie niet voldoende gelijk is ($p=0,018$), waarbij de verschillen randsignificant bleken te zijn ($f=3,126$; $p=0,079$). Een non-parametrische test toont eveneens een randsignificant resultaat ($\chi^2=2,99$; $df=1$; $p=0,084$). Indien gecontroleerd wordt voor het aantal rijstroken ($f=4,363$; $p=0,038$) en voor bebouwde kom ($f=3,704$; $p=0,055$), worden wel significante verschillen gevonden tussen locaties met en zonder middenberm. Indien dan gekeken wordt naar de gevonden gemiddelden uit Tabel 5.11, is te zien dat een daling van 15% gevonden wordt voor locaties zonder een middenberm, maar dat geen significante verandering in het aantal ongevallen waargenomen wordt op locaties zonder een middenberm. Verder is er duidelijk geen significant verschil in effectiviteit naargelang het aantal rijstroken dat de locatie heeft ($f=1,245$; $p=0,290$) en de toegelaten snelheid ($f=2,088$; $p=0,102$).

Voor bebouwde kom wordt wel een significant verschil gevonden ($f=11,388$; $p=0,001$). Indien gekeken wordt naar de gemiddelden uit Tabel 5.11, is te zien dat een significante daling van 18% het aantal ongevallen gevonden wordt voor locaties buiten de bebouwde kom. Voor de locaties binnen de bebouwde kom wordt geen significante verandering in het aantal flankaanrijdingen gevonden. Ook is het onderscheid naar al of niet in traject staand significant ($f=6,493$ en $p=0,011$ voor een afstand van 1000 m; $f=11,809$ en $p=0,001$ voor een afstand van 1500m). Tabel 5.11 toont dat er een daling is in het aantal flankaanrijdingen op de locaties die niet in traject staan, maar geen verandering wordt gevonden voor de locaties die wel in traject staan.

Tabel 5.13 Vergelijkende analyse van de effectiviteit, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk voor de flankaanrijdingen rond RLC

Kenmerk	F-waarde	Df	P-waarde	
Provincie	5,172	4	0,001	Significant maar variantie niet voldoende gelijk $\chi^2: p=0,004$ Bij het uitvoeren van een non-parametrische test: $\chi^2=16,81$; $df=4$; $p=0,002$
Bebouwde kom	11,388	1	0,001	Significant
Aantal rijstroken	1,245	2	0,290	Niet significant
Aanwezigheid middenberm	3,126	1	0,079	Randsignificant maar variantie niet voldoende gelijk $\chi^2: p=0,018$ Bij het uitvoeren van een non-parametrische test: $\chi^2=2,99$; $df=1$; $p=0,084$

- indien gecontroleerd wordt voor aantal rijstroken	4,363	1	0,038	Significant
- indien gecontroleerd wordt voor bebouwde kom	3,704	1	0,055	Significant
Toegelaten snelheid	2,088	3	0,102	Niet significant
Traject 1000m	6,493	1	0,011	Significant
Traject 1500m	11,809	1	0,001	Significant

Daarnaast werd er een significant interactie-effect gevonden tussen de middenberm en de snelheidslimiet ($f=3,846$; $p=0,01$, $df=3$). Volgende gemiddelden werden gevonden

- geen middenberm x 50km/u (37 locaties): 0,95 [0,72; 1,26]
- geen middenberm x 70km/u (50 locaties): 0,73 [0,59; 0,92]
- geen middenberm x 90km/u (37 locaties): 0,92 [0,71; 1,19]
- wel middenberm x 50km/u (31 locaties): 1,16 [0,89; 1,51]
- wel middenberm x 70km/u (35 locaties): 1,29 [1,03; 1,63]
- wel middenberm x 90km/u (57 locaties): 0,77 [0,63; 0,95]

Deze resultaten tonen dat de sterkste daling gevonden wordt voor locaties zonder middenberm en met een snelheidslimiet van 70km/u (27%). Dit gevolgd door locaties met een middenberm op 90km/u wegen (23%). De overige combinaties vertonen geen significante resultaten. Op locaties met een middenberm en een snelheidslimiet van 70km/u wordt zelfs een stijging in het aantal flankaanrijdingen vastgesteld van 29%.

5.6.2.2.2 Kop-staartaanrijdingen

Bij het analyseren van de kop-staartaanrijdingen worden geen significante verschillen gevonden indien een onderscheid wordt gemaakt naar aantal rijstroken ($f=0,390$; $p=0,678$), middenberm ($f=0,357$; $p=0,551$), snelheidslimiet ($f=0,321$; $p=0,810$) en traject op basis van 1500m ($f=0,534$; $p=0,465$). Voor het onderscheid naar provincie wordt wel een significant resultaat gevonden ($f=2,704$; $p=0,031$), maar dit resultaat mag niet geïnterpreteerd worden aangezien de variantie niet voldoende gelijk is ($p>0,001$). De non-parametrische test toont eveneens een significant resultaat ($\chi^2=10,10$; $df=4$; $p=0,039$). Indien gekeken wordt naar de gemiddelden, is te zien dat er geen significante verandering in het aantal kop-staartaanrijdingen vast te stellen is in de provincie Vlaams-Brabant. In de andere provincies is wel een significante stijging vast te stellen, waarbij deze 32% bedraagt voor West-Vlaanderen, 48% voor Limburg, 49% voor Antwerpen en 63% voor Oost-Vlaanderen.

Voor het onderscheid binnen en buiten de bebouwde kom wordt er een randsignificant ($f=2,973$; $p=0,086$) verschil gevonden. Tabel 5.12 toont dat de stijging voor locaties buiten de bebouwde kom beperkter is dan voor locaties binnen de bebouwde kom (33 vs 70%). Een significant verschil wordt gevonden naargelang locaties al of niet in een traject staan. Dit is het geval indien een straal van 1000m wordt gehanteerd om te bepalen of er al of niet een traject is ($f=4,910$; $p=0,028$). Locaties die niet in traject staan blijken een minder sterke stijging in het aantal kop-staartongevallen te vertonen (35%) in vergelijking met locaties die wel in traject staan (85%).

Tabel 5.14 Vergelijkende analyse van de effectiviteit gebaseerd op alle letselongevallen, tussen de verschillende categorieën van eenzelfde kenmerk voor de kop-staartaanrijdingen rond RLC

Kenmerk	F-waarde	Df	P-waarde	
Provincie	2,704	4	0,031	Significant maar variantie niet voldoende gelijk χ^2 : $p<0,001$ Non parametrische test: $\chi^2=10,10$; $df=4$; $p=0,039$
Bebouwde kom	2,973	1	0,086	Randsignificant
Aantal rijstroken	0,390	2	0,678	Niet significant

Aanwezigheid middenberm	0,357	1	0,551	Niet significant
Toegelaten snelheid	0,321	3	0,810	Niet significant
Traject 1000m	4,910	1	0,028	Significant
Traject 1500m	0,495	1	0,482	Niet significant

5.6.3 Conclusie onderscheid naar kenmerken van locaties

Uit bovenstaande analyses kunnen slechts een beperkt aantal zinvolle conclusies getrokken worden. Wat betreft de effectiviteit van de SNC, werd enkel een randsignificant verschil gevonden naargelang de toegelaten snelheidslimiet. De daling was het grootst op 50km/u wegen. Hier werd een daling in het aantal ongevallen van 23% gevonden, terwijl op de wegen met een snelheidslimiet van 30, 70 of 90 km/u geen significante verandering in het aantal ongevallen werd vastgesteld. Ook bleken de wegvakken binnen de bebouwde kom zonder een middenberm een significant hogere daling te vertonen, dan locaties buiten de bebouwde kom of locaties binnen de bebouwde kom met middenberm. Zo werd een daling van 29% in het aantal letselongevallen op locaties binnen de bebouwde kom zonder een middenberm vastgesteld, terwijl op de andere locaties geen significante verandering in het aantal ongevallen werd gevonden.

Wat betreft de effectiviteit van RLC op flankaanrijdingen, blijken deze effectiever te zijn indien geen middenberm geplaatst is op de hoofdweg van de kruispunten (daling van 15%) dan indien er wel een middenberm aanwezig is (geen significante verandering in het aantal ongevallen). Tevens blijken RLC buiten de bebouwde kom effectiever te zijn voor het aantal flankaanrijdingen dan RLC binnen de bebouwde kom. Hier werd een daling van 18% in het aantal flankaanrijdingen gevonden op locaties buiten de bebouwde kom, terwijl geen verandering tot zelfs bijna een stijging in het aantal flankaanrijdingen werd vastgesteld op locaties binnen de bebouwde kom. Daarnaast blijken RLC die niet in traject staan effectiever voor het aantal flankaanrijdingen dan RLC die wel in traject staan. Hier werd voor RLC die in een traject op 1000m staan geen verandering in het aantal ongevallen gevonden, voor de RLC niet in traject werd een daling van 11% in het aantal flankaanrijdingen vastgesteld. Voor de afstand van 1500m werd eveneens geen significante verandering gevonden voor locaties binnen een traject en een daling van 18% voor locaties buiten een traject.

Het analyseren van het effect van RLC op kop-staartaanrijdingen, toont een randsignificant verschil tussen locaties binnen en buiten de bebouwde kom. De stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen blijkt beperkter voor RLC buiten de bebouwde kom (33%) dan voor locaties binnen de bebouwde kom (70%). Voor RLC die binnen de 1000m twee andere RLC in hun buurt hebben, wordt gevonden dat zij een sterkere stijging in het aantal kop-staartongevallen vertonen (85%) dan locaties die dit niet hebben (35%).

5.7 Onderscheid naar type weggebruiker

Een laatste analyse kan uitgevoerd worden naar type weggebruiker. Zo is het interessant om na te gaan welk effect de SNC en RLC hebben op elk van de types weggebruikers. Naast de effectiviteit op het aantal ongevallen, is het ook interessant om een onderscheid te maken in de effectiviteit naar betrokken weggebruikers. Waar in de vorige analyses werd gekeken op ongevallenniveau, wordt hier gekeken op slachtofferniveau. Het is immers mogelijk dat meerdere weggebruikers betrokken raakten in eenzelfde ongeval. In deze analyses worden enkel betrokken weggebruikers opgenomen die gewond werden tijdens het ongeval. Weggebruikers die betrokken waren in een ongeval met gewonden of doden, maar zelf niet gewond werden, worden niet opgenomen. Naar betrokken weggebruikers worden volgende categorieën onderscheiden: automobilisten en passagiers, voetgangers, fietsers, bromfietzers, motorrijders en vrachtwagenchauffeurs. Deze groepen zijn geselecteerd door een samenvoeging van categorieën van weggebruikers die door de FOD Economie zijn geformuleerd in de ongevallendatabank. Hierbij zijn volgende categorieën samengenomen:

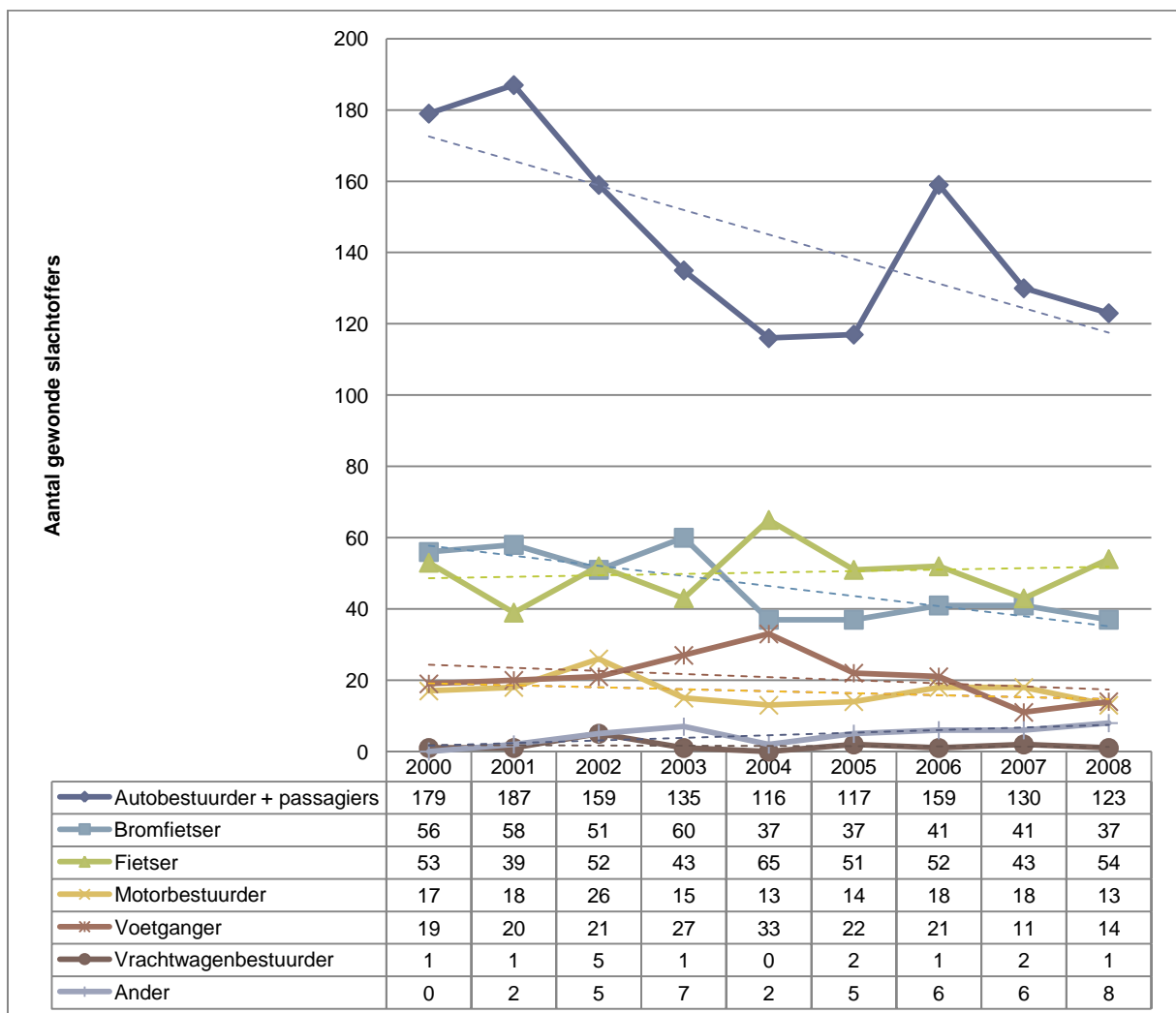
- Automobilist en passagiers: personenauto, auto voor dubbel gebruik, lichte vrachtauto

- Bromfietser: bromfiets A (2 wielen), bromfiets B (2 wielen)
- Fietser
- Motorbestuurder: motorfiets ≤400 cc en motorfiets > 400cc
- Voetganger: andere voetganger en voetganger met bromfiets aan de hand
- Vrachtwagenchauffeur: vrachtwagen, trekker+aanhangwagen, trekker alleen
- Ander: minibus, kampeerwagen, landbouwtractor, autobus, trolleybus, autocar, bromfiets (3 of 4 wielen), bespannen voertuig, gehandicapte in rolstoel, ruiter, andere weggebruiker

De analyses worden enkel uitgevoerd op de flitspalen waar geen andere werken werden uitgevoerd, om zo het zuivere effect van de flitspalen op elk van de weggebruikers te onderzoeken.

5.7.1 SNC

Figuur 5.66 toont het verloop overheen de onderzoeksperiode van de gewonden, opgedeeld naar aard van de weggebruiker voor locaties waar SNC werden geplaatst tot en met 2007, maar geen werken plaatsvonden. Het eerste opvallende is het dat het aantal gewonden in een auto sterk daalt tot 2004, maar dat na 2005 het aantal plots stijgt, terug gevolgd door een daling. Algemeen is wel een dalende trend te zien. Ook voor de bromfietser is duidelijk te zien dat het aantal gewonden gedaald is overheen de onderzoeksperiode. Het aantal gewonde fietsers kende een grillig verloop, maar kende algemeen geen stijging, noch een daling. Uit de trendlijn van het aantal motorchauffeurs is te zien dat dit daalde, hoewel deze daling beperkt blijft. Het aantal voetgangers vertoonde een iets sterkere daling. Het aantal betrokken vrachtwagenchauffeurs en 'andere' zijn te beperkt om zinvolle uitspraken te kunnen doen.



Figuur 5.66 Aantal gewonden per jaar op locaties met SNC zonder werken, opgedeeld naar aard van weggebruiker

Een interessantere analyse komt van de vergelijking van het aantal slachtoffers van de voor- naar de naperiode van het plaatsn van een SNC. Tabel 5.15 toont de resultaten van deze analyses. De tabel toont het gemiddeld aantal gewonden per jaar per locatie naar aard van weggebruiker, voor dat de flitspaal werd geplaatst, en na dat de paal werd geplaatst. De berekening van het percentuele verschil in het aantal gewonden voor en na deze plaatsing, toont een duidelijke daling van de voor- naar de naperiode voor alle weggebruikers. De categorieën vrachtwagenchauffeurs en 'andere' zijn hier niet opgenomen, wegens het lage aantal in deze groepen. Het aantal gewonde automobilisten en hun passagiers, welke de grootste groep uitmaken van de verschillende categorieën weggebruikers, daalde met 22%. Het aantal bromfietzers daalde met 36%. Wat betreft het aantal fietsers is de gevonden daling van 0,20% verwaarloosbaar, en is er eigenlijk geen verandering op te merken. Het aantal gewonde motorbestuurders daalde met 37%, de voetgangers met 27%.

Een beter beeld wordt verkregen door de verhouding van de evolutie in de onderzoeksgroep met de evolutie in de vergelijkingsgroep, wat kan worden weergegeven door volgende formule:

$$\frac{\frac{\text{Aantal gewonden in de onderzoeksgroep in de naperiode}}{\text{Aantal gewonden in de onderzoeksgroep in de voorperiode}}}{\frac{\text{Aantal gewonden in de vergelijkingsgroep in de naperiode}}{\text{Aantal gewonden in de vergelijkingsgroep in de voorperiode}}}$$

Op die manier wordt gecontroleerd voor de trend. Echter wordt hier niet gecontroleerd voor regressie naar het gemiddelde. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in de laatste kolom. Hier is te zien dat voor iedere weggebruiker een relatieve verandering kleiner dan 1 wordt gevonden. Dit wijst er op dat de daling voor elk van de weggebruikers groter was in de onderzoeksgroep in vergelijking met de vergelijkingsgroep. Zo is te zien dat, met het in rekening nemen van de trend uit vergelijkingsgroep 2, de grootste daling in het aantal gewonden gevonden wordt voor motorrijders en voetgangers. Deze daalden namelijk met 37%. Dit werd gevolgd door de daling in het aantal bromfietzers (16%) en fietsers (12%). De meest beperkte daling werd gevonden voor inzittenden van een wagen (9%).

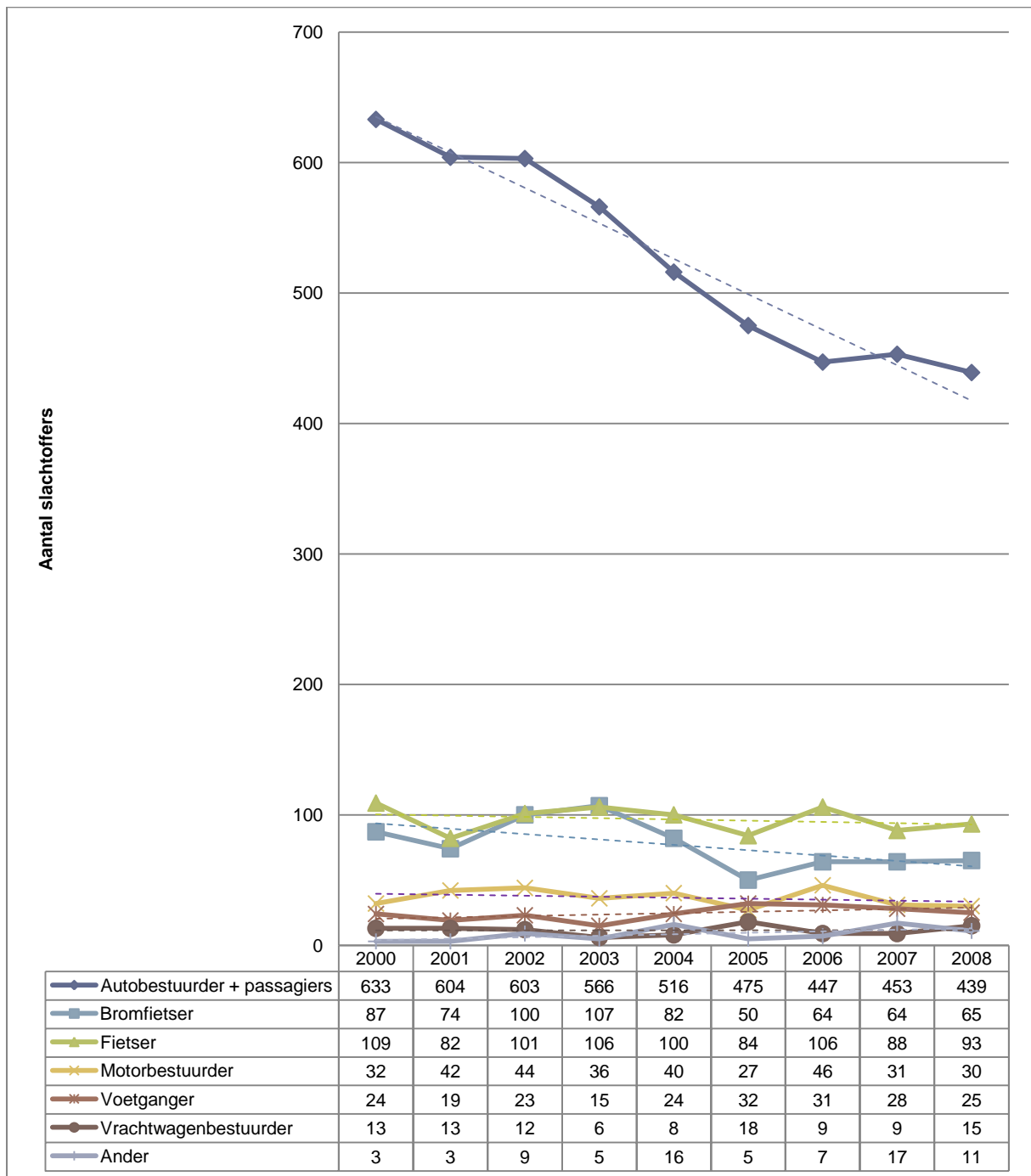
Tabel 5.15 Gemiddeld aantal gewonden per jaar per locatie voor en na het plaatsn van een SNC, opgedeeld naar aard van weggebruiker, dit zowel voor de onderzoeksgroep, als voor vergelijkingsgroep 2

	Gemiddeld aantal weggebruikers per jaar per locatie						Relatieve verandering
	Onderzoeksgroep			Vergelijkingsgroep 2			
	<i>voor</i>	<i>na</i>	<i>% verschil</i>	<i>voor</i>	<i>na</i>	<i>% verschil</i>	
Automobilisten en passagiers	2,68	2,09	-22	11230,57	9687,76	-14	0,91
Bromfietzers	0,86	0,56	-36	2253,04	1721,62	-24	0,84
Fietsers	0,79	0,79	-0,20	2379,97	2698,98	+13	0,88
Motorrijders	0,37	0,23	-37	1075,40	1070,75	-0,4	0,63
Voetgangers	0,36	0,27	-27	737,43	858,25	+16	0,63

5.7.2 RLC

De analyse van de gewonde weggebruikers op kruispunten waar een RLC werd geplaatst, maar waar verder geen werken plaatsvonden, toont in eerste instantie heel duidelijk een sterke daling in het aantal betrokken automobilisten en hun passagiers (zie Figuur 5.67). Ook is duidelijk een daling te zien voor het aantal gewonde bromfietzers en het aantal gewonde fietsers. Het betrokken aantal motorbestuurders blijft ongeveer gelijk over de gehele onderzoeksperiode. Wel kan een lichte stijging

waargenomen worden voor het aantal gewonde voetgangers. Het aantal vrachtwagenbestuurders verandert weinig. De categorie 'andere' is te klein om uitspraken over te doen.



Figuur 5.67 Aantal gewonden per jaar op locaties met RLC zonder werken, opgedeeld naar aard van weggebruiker

Het analyseren van de verschillen in het aantal ongevallen van de voor- naar de naperiode (zie Tabel 5.16), toont een daling van 16% in het aantal automobilisten en hun passagiers. Wat betreft het aantal bromfietzers wordt een daling van 18% waargenomen, voor fietsers is dit 9%. Het aantal motorrijders steeg licht, het aantal voetgangers steeg met 23%. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat dit een relatief aantal is, het absolute aantal is namelijk heel laag (0,09 en 0,11 weggebruikers per jaar per locatie).

Indien gecontroleerd wordt voor de trend door middel van vergelijkingsgroep 2, is er enkel een daling te zien in het aantal gewonde fietsers. Dit aantal daalt met 22%. Voor de overige betrokkenen wordt in vergelijking met de trend een lichte stijging waargenomen op de plaatsen waar een RLC werd geplaatst. Een mogelijke verklaring voor deze resultaten kan gezocht worden in het onderscheid tussen flank- en kopstaartaanrijdingen. Zoals reeds eerder weergegeven daalt het aantal flankaanrijdingen, maar stijgt het aantal kop-staartaanrijdingen. Deze kop-staartaanrijdingen zullen logischerwijs enkel voorkomen tussen bestuurders van een gemotoriseerd voertuig, wat kan verklaren waarom voor deze types weggebruikers geen verschil, of zelfs een lichte stijging in aantal betrokkenen wordt gevonden. Dit geldt uiteraard niet voor de voetgangers. Maar deze stijging is beperkt (4%) en tevens is hier niet gecontroleerd voor regressie naar het gemiddelde. Hieruit kan dan ook geconcludeerd worden dat het plaatsen van RLC geen effect heeft op het aantal voetgangers en gemotoriseerde weggebruikers, maar wel duidelijk op het aantal fietsers.

Tabel 5.16 Gemiddeld aantal gewonden per jaar per locatie voor en na het plaatsen van een RLC, opgedeeld naar aard van weggebruiker, dit zowel voor de onderzoeksgroep, als voor vergelijkingsgroep 2

	Gemiddeld aantal weggebruikers per jaar per locatie						Relatieve verandering
	Onderzoeksgroep			Vergelijkingsgroep 2			
	<i>voor</i>	<i>na</i>	<i>% verschil</i>	<i>voor</i>	<i>na</i>	<i>% verschil</i>	
Automobilisten en passagiers	2,37	2,00	-16	11577,81	9602,86	-17	1,02
Bromfietzers	0,33	0,27	-18	2313,05	1766,19	-24	1,08
Fietsers	0,40	0,36	-9	2284,70	2659,22	+16	0,78
Motorrijders	0,14	0,14	+7	1062,51	1065,20	+0,003	1,07
Voetgangers	0,09	0,11	+23	701,59	831,02	+18	1,04

6 Discussie

Na de gedetailleerde bespreking van alle resultaten, geeft dit discussiegedeelte een samenvatting van de belangrijkste resultaten. Deze resultaten worden grondig geanalyseerd en mogelijke verklaringen worden gegeven.

6.1 Snelheidscamera's

In dit onderzoek werden 65 SNC op Vlaamse gewestwegen onderzocht om hun effect op de verkeersveiligheid na te gaan. Uit de analyses bleek dat SNC een beperkt gunstig effect hebben op het aantal letselongevallen. Er werd namelijk een daling van 8% vastgesteld in het aantal letselongevallen, maar deze daling was niet significant. Een meta-analyse, die de resultaten van verschillende studies samentrekt, vond een daling in het aantal letselongevallen van 16% (Elvik e.a., 2009). Het resultaat in de huidige studie is dus wat beperkter, maar toch in dezelfde orde van grootte dan wat gevonden werd in andere studies.

Wat betreft het effect van het plaatsen van SNC op het aantal ernstige ongevallen, is wel een duidelijke en statistisch significante daling vast te stellen. Het aantal ongevallen met doden en zwaar gewonden daalde naar schatting met 29%. Mountain e.a. (2004) vonden een niet significante daling in het aantal ongevallen met doden en zwaar gewonden van 11%. Elvik e.a. (2009) vonden in hun meta-analyse een daling van 39% in het aantal dodelijke ongevallen.

Naast het specifieke effect van SNC zonder aanvullende maatregelen, werd ook het gecombineerde effect van het plaatsen van 31 SNC met het uitvoeren van werken of met andere maatregelen onderzocht. Verschillende maatregelen werden hierbij uitgevoerd, maar op het merendeel van de onderzochte locaties in deze groep werd gelijktijdig met het plaatsen van een SNC ook een snelheidsverlaging ingevoerd. De resultaten van deze analyses toonden een daling van 10% van het aantal letselongevallen en een daling van 23% van het aantal ernstige ongevallen. Beide resultaten waren echter niet significant. Een mogelijke oorzaak voor het niet vinden van een significant resultaat moet gezocht worden in het feit dat de onderzoeksgroep van SNC met werken beperkt is (31 locaties). De gevonden resultaten worden bijgevolg best geïnterpreteerd als een zinvolle schatting, maar kunnen niet absoluut geïnterpreteerd worden. We mogen wel besluiten dat de gevonden cijfers voor de SNC met werken gelijkaardig zijn aan de cijfers voor de locaties met SNC waar geen aanvullende werken werden uitgevoerd.

Zowel in de huidige studie als bij eerder onderzoek in het buitenland werd een beduidend sterkere daling gevonden voor de zwaardere ongevallen dan voor de lichtere ongevallen. Uitgaande van de veronderstelling dat de aanwezigheid van de SNC gezorgd heeft voor een daling van de gemiddelde snelheden, kan dit verklaard worden door de dubbele invloed die snelheid heeft, enerzijds op de ongevallenkans, anderzijds op de letselernst (Aarts & Van Schagen, 2006). Dit tweevoudig effect zorgt ervoor dat het gevonden effect bij de zwaardere ongevallen sterker is dan bij de lichtere ongevallen.

In het onderzoek konden slechts 65 locaties geëvalueerd worden, wat een beperkt aandeel is van de oorspronkelijke groep van 256 SNC. Een groot deel van de locaties viel uit de analyses wegens het feit dat deze geplaatst en in gebruik genomen waren in 2008. Aangezien gelokaliseerde ongevallendata bij het uitvoeren van de analyses slechts beschikbaar waren tot en met 2008, en er minstens één jaar ongevallendata nodig is in de naperiode, konden deze locaties niet opgenomen worden in de onderzoeksgroep. Ook werden heel wat SNC pas geplaatst of in gebruik genomen na 2008, welke in de vergelijkingsgroep terecht kwamen. De kans bestaat dat de selectie van locaties niet geheel representatief waren voor de volledige groep van SNC. Daarbij komt nog dat de voor- en naperiodes op heel wat locaties ingekort werden. Dit om twee redenen. Enerzijds werd de voor- of naperiode ingekort om de effecten van uitgevoerde werken uit te sluiten, om op die manier een zo zuiver mogelijke analyse te bekomen (zie 4.1.1.1, p.36). Een tweede reden voor het inkorten van de voor- en naperiodes is dat verschillende SNC reeds geplaatst waren in 2003, maar pas in gebruik werden genomen in 2006-2008. Deze gehele periode kon niet in rekening genomen worden in het onderzoek. Uiteindelijk bedroeg de voorperiode gemiddeld 3,9 jaar per locatie en de naperiode 2,6 jaar. Dit is een vrij beperkte naperiode. Het hanteren van een langere naperiode zou dan ook zicht kunnen bieden op het feit of deze beperkte daling blijft bestaan, of er toch misschien een sterkere daling aanwezig is dan hier wordt vastgesteld. Nog een andere mogelijke oorzaak voor het niet vinden

van een significant resultaat, is dat alle ongevallen in beide richtingen op het rijvak werden geselecteerd, ook op plaatsen waar slechts in één rijrichting een SNC staat. Dit is het gevolg van het feit dat bij de registratie van de ongevallen vaak de rijrichting niet wordt aangegeven, waardoor het niet mogelijk was hier een onderscheid in te maken. Dit kan leiden tot een inperking van de gevonden daling, aangezien op de rijrichting waar geen paal staat, dit mogelijks geen effect zal teweeg brengen, terwijl deze ongevallen wel worden meegenomen. Anderzijds kan wel verwacht worden dat bestuurders hun gedrag gaan aanpassen, indien ze aan de overkant een flitspaal zien staan. Hierbij kan verwacht worden dat dit vooral zo zal zijn op wegen zonder middenberm.

Een mogelijke beperking is dat gebruik gemaakt wordt van alle ongevallen in Vlaanderen om te controleren voor de trend. Deze vergelijkingsgroep omvat echter ook het effect van de onbemande camera's, aangezien de ongevallen die op deze locaties gebeurden hierbij worden meegenomen. Hierdoor bestaat de kans dat het effect onderschat wordt, aangezien de trend een sterkere daling zal tonen, mede door het effect van de camera's. Echter het aandeel van de ongevallen gebeurd op locaties met een SNC is zo laag, dat dit weinig tot geen effect zal hebben op het uiteindelijk gevonden resultaat. Zo omvat de som van alle ongevallen over de gehele onderzoeksperiode (2000-2008) aan SNC met en zonder werken, gemiddeld 1,4% van het totale aantal ongevallen in Vlaanderen (3652 ongevallen aan SNC ten opzichte van 261273 ongevallen in geheel Vlaanderen).

Aangezien op basis van de beschikbare ongevallendata, enkel de SNC geplaatst en in gebruik genomen tot en met 2007 konden opgenomen worden, werden de bevoegde politiezones bevroegd om extra ongevallendata aan te leveren voor de jaren 2008-2010. Wegens het feit dat de ongevallendata slechts werden aangeleverd tot juli 2010, en een volledig jaar aan ongevallengegevens noodzakelijk is om een analyse te kunnen uitvoeren, werden ongevallendata tot 2009 opgenomen. Op basis van deze aanvullende politiedata was het niet mogelijk om concrete conclusies te trekken aangaande de effectiviteit. Dit omdat er duidelijk een discrepantie bleek te bestaan tussen de FODdata en de politiedata.

Om na te gaan of het effect van SNC ook op langere afstand tot de SNC speelt en in welke mate het kangoeroe-effect (plots remmen en terug accelereren) aanwezig zou kunnen zijn en leiden tot ongevallen, werd de effectiviteit van de SNC onderzocht op verschillende afstanden. Een vergelijking van de resultaten met alle letselongevallen, toonde dat er weinig verschil is in de gevonden resultaten tussen de verschillende afstanden. Er zijn indicaties dat het effect van SNC zich vooral afspeelt in de nabije omgeving van de SNC, maar de gevonden cijfers zijn hoogst onzeker en spreken deze hypothese zelfs tegen voor de effecten op ruimere afstand (1000-2000m). Dit resultaat op langere afstand is mogelijks het gevolg van andere verkeersveiligheidsmaatregelen. Vlaanderen kent namelijk een dicht wegennet, met een vaak sterk verschillende infrastructuur op korte afstand. Daarnaast dient ook rekening gehouden te worden met het fenomeen dat SNC vaak na elkaar op eenzelfde weg zijn geplaatst. Een deel van de SNC die een sterke daling vertoonden op een afstand van 1000-2000m, hadden andere SNC in hun buurt, waardoor het moeilijk is te bepalen van welke SNC het effect op dergelijke verre afstand afkomstig is. Aanvullend onderzoek zou hier uitsluitel over kunnen brengen indien een grotere set van locaties kan onderzocht worden en indien versturende factoren zoals uitgevoerde infrastructuurwerken in de ruimere omgeving afdoende in rekening kunnen worden gebracht. Mountain e.a. (2004) analyseerden eveneens de effecten van de camera's op verschillende afstanden. Voor een afstand tot 250, 250-500m en 500-1000m meter vonden zij een daling van respectievelijk 25%, 15% en 12% in het aantal letselongevallen. Hierbij was enkel het eerste resultaat significant.

Een analyse van de verschillen in effectiviteit naargelang de kenmerken van de locatie, toonde weinig significante resultaten. Er werd geen significant verschil gevonden naargelang de provincie waarin de locatie gelegen was, het aantal rijstroken op het wegvak, de aanwezigheid van een middenberm, de ligging binnen of buiten de bebouwde kom en het al of niet in traject staan. Wel toonden de analyses een randsignificant verschil indien locaties vergeleken werden naargelang hun maximum toegelaten snelheid. Een daling van 23% in het aantal letselongevallen werd gevonden op locaties met een snelheidslimiet van 50km/u, terwijl op de wegen met een snelheidslimiet van 30, 70 of 90 km/u geen significante verandering in het aantal ongevallen werd vastgesteld. Ook bleken de wegvakken binnen de bebouwde kom zonder een middenberm een significant hogere daling te vertonen, dan locaties buiten de bebouwde kom of locaties binnen de bebouwde kom met middenberm. Zo werd een daling van 29% in het aantal letselongevallen op locaties binnen de bebouwde kom zonder een middenberm vastgesteld, terwijl op de andere locaties geen verandering in het aantal ongevallen werd gevonden.

Een analyse van het effect van SNC op het aantal en het type van weggebruiker, toonde voor alle types van weggebruikers (automobilisten, bromfietzers, fietsers, motorrijders en voetgangers) een daling in het aantal gewonden die groter was op de onderzochte locaties, dan op de vergelijkingslocaties (zijnde alle gewonden in Vlaanderen). De gevonden resultaten moeten evenwel voorzichtig geïnterpreteerd worden. Op grond van de cijfers kan niet besloten worden dat de effecten voor sommige types weggebruikers groter of kleiner zijn dan voor andere types weggebruikers. Het is namelijk niet mogelijk een formele statistische test uit te voeren zoals dit wel werd gedaan voor de analyses met de ongevallen. Het aantal ongevallen op een bepaalde locatie vormt het resultaat van een bepaald proces, terwijl het aantal slachtoffers dat bij een gegeven ongeval betrokken is of verwondingen oploopt, dan weer eerder te wijten is aan een ander proces en ondermeer afhankelijk is van het aantal inzittenden in de betrokken voertuigen², de bescherming die het voertuig al of niet biedt³ en de eventueel gebruikte veiligheidsuitrusting⁴, parameters die dus weinig of geen verband houden met de aanwezige infrastructuur.

6.2 RLC

Naast de SNC, werden ook de RLC uitvoerig geanalyseerd. In totaal werden 253 RLC opgenomen in de onderzoeksgroep. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het niet mogelijk was een onderscheid te maken tussen het effect dat de RLC had op de verkeersveiligheid door de inperking van de roodlichtnegatie enerzijds en de controle van de rijnsnelheid anderzijds.

De effectevaluatie van de RLC toonde een stijging van 5 tot 9% in het totale aantal letselgevallen. Een meta-analyse van internationale onderzoeksresultaten door Erke (2009) toonden eveneens een stijging van het totale aantal letselgevallen (+13%) na de installatie van roodlichtcamera's. Ook hier waren de gevonden effecten niet-significant.

Een analyse van het effect van RLC op het aantal ongevallen met doden en zwaar gewonden, toonde een significante daling van 14 tot 18%. Een vergelijking met andere studies is hier niet mogelijk, aangezien geen duidelijke resultaten werden gevonden van studies die het effect van RLC op het aantal ongevallen met doden en zwaar gewonden onderzochten.

Op 77 locaties was het niet mogelijk om het plaatsen van een RLC apart te analyseren, wegens het uitvoeren van andere verkeersveiligheidsmaatregelen tijdens of vlak voor of na het plaatsen van de flietspaal. Daarom werd hier het gecombineerde effect van het plaatsen van een RLC en het uitvoeren van andere maatregelen geanalyseerd. Wat betreft de uitgevoerde maatregelen werden vooral een wijziging in de snelheidslimiet doorgevoerd en een nieuw wegdek of slijtlaag aangebracht. Daarnaast werden ook voorzieningen voor fietsers of voetgangers aangepast en wijzigingen in de opstelvakken of afslagstroken doorgevoerd. De analyse die het gecombineerde effect van het plaatsen van een RLC met het uitvoeren van andere maatregelen onderzocht, vindt een significante daling van het aantal ongevallen van 24 tot 28%. Het gecombineerd plaatsen van RLC, met het uitvoeren van andere maatregelen, toont een duidelijk positiever effect op het aantal ongevallen, dan enkel het plaatsen van RLC. Voor het aantal ernstige ongevallen worden geen significante effecten gevonden, maar is de beste schatting eveneens een daling (-12 tot -19%).

Bij deze resultaten kan, net zoals bij de SNC, de opmerking gegeven worden dat voor de controle van de trend gebruik gemaakt wordt van een vergelijkingsgroep (alle ongevallen in Vlaanderen), die eveneens de ongevallen van de onderzoekslocaties bevatten. Het aandeel van de ongevallen aan de RLC met en zonder werken overheen de periode 2000-2008 omvat gemiddeld 3,06% van het totale aantal ongevallen in Vlaanderen (7996 letselgevallen aan RLC ten opzichte van 261273 in geheel Vlaanderen). Dit kan mogelijks leiden tot een onderschatting van het gevonden resultaat, hoewel dit beperkt zal zijn.

Ook voor de RLC werden politiezones gevraagd extra ongevallendata aan te leveren. Hier was het probleem van rapportage, zoals beschreven onder de SNC, minder sterk aanwezig. Wel is het

² Het aantal inzittenden van een voertuig dat op een bepaalde locatie in een ongeval betrokken geraakt, is minstens deels door toeval bepaald.

³ Afhankelijk van het voertuigtype en de -uitrusting. Zo is bij tweewielers de geboden bescherming lager dan bij vierwielers, bij lichtere voertuigen minder dan bij zwaardere voertuigen. In geval van voetgangers is er uiteraard geen sprake van een voertuig.

⁴ Veiligheidsgordel, helm, beschermende kledij,...

belangrijk dat er rekening mee wordt gehouden dat de ongevallendata van de FOD (2000-2008) misschien niet geheel te vergelijken zijn met de ongevallendata van de politiezones. Voor de analyses met alle letselongevallen werd een niet-significante daling van 2 tot 5% in het aantal ongevallen gevonden. Net zoals de analyses met enkel de FODdata, is ook dit resultaat niet significant. Wel wijst het resultaat hier eerder in de richting van een daling, terwijl bij de analyses met enkel de FODdata eerder een stijging werd gevonden.

Wat betreft de RLC met werken, wordt een effectiviteitsindex gevonden die sterk verschilt naargelang de gebruikte k-factor, hetgeen de resultaten minder robuust maakt. Indien dezelfde k-factor wordt gehanteerd dan de analyses met enkel FODdata, wordt een significante daling van 19 tot 22% gevonden. Deze daling is beperkter dan de gevonden daling van 28% in de analyses met enkel FODdata.

Om een genuanceerder beeld te krijgen op de ongevallen rond RLC, werd een onderscheid gemaakt tussen flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen. Literatuuronderzoek toont namelijk aan dat het plaatsen van RLC kan leiden tot een daling van het aantal flankaanrijdingen, maar eveneens tot een stijging van het aantal kop-staartaanrijdingen. Wat betreft het effect op flankaanrijdingen, werd een niet-significante daling (-6%) van het aantal ongevallen gevonden. Het effect op de ernstige ongevallen was sterk significant, met een geschatte daling van 24%. Het plaatsen van RLC leidt dus tot een daling van het aantal flankaanrijdingen, waarbij vooral het aantal ernstige flankaanrijdingen daalt. De meta-analyse van Erke (2009) vond dat de flankaanrijdingen (zonder specificatie van ernst) gemiddeld daalden met 10%. Dit resultaat was niet significant.

Het aantal kop-staartaanrijdingen vertoont een omgekeerd effect van de flankaanrijdingen. Hier wordt voor het totale aantal letselongevallen op plaatsen met een RLC een significante stijging gevonden in het aantal kop-staartaanrijdingen van 44%. Voor het aantal ernstige kop-staartaanrijdingen was het niet mogelijk om specifieke analyses uit te voeren, wegens het lage aantal ongevallen in de onderzoeksgroep. Wel is te zien dat het aantal ongevallen overheen de onderzoeksperiode een lichte daling vertoont. Hieruit kan besloten worden dat de stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen vooral lichte verwondingen meebrengt. De meta-analyse van Erke (2009) toonde opnieuw een resultaat dat sterk aansluit bij wat in de huidige studie wordt gevonden, namelijk een stijging van 43%.

Naast deze analyses werd eveneens een onderscheid gemaakt naar de kenmerken van de locaties, waarbij het effect op de flank- en kop-staartaanrijdingen apart werd geanalyseerd. RLC op locaties met een middenberm blijken een hoger effect te hebben op flankaanrijdingen, waar een daling van 15% werd vastgesteld, in vergelijking met RLC zonder een middenberm, waar geen significante verandering in het aantal flankaanrijdingen werd vastgesteld. Een eenduidige verklaring hiervoor kan niet gegeven worden. Er zou kunnen verwacht worden dat wegen met een middenberm een hogere intensiteit en mogelijk ook meer dwarsbewegingen kennen dan wegen zonder middenberm. De plaatsing van RLC zou dan specifiek een gunstig effect op bepaalde bewegingen kunnen hebben. Een andere hypothese is dat de aanwezigheid van een middenberm een zekere illusie van continuïteit en afscherming creëert waardoor bestuurders minder aandacht schenken aan mogelijke conflicten met dwarsend verkeer en daardoor gemakkelijker verkeerslichten (onbewust) negeren of sneller rijden. Een RLC zou dan specifiek ingrijpen op dit gedrag. Eveneens mag niet over het hoofd gezien worden dat ook andere – niet gekende – verschillen kunnen bestaan tussen kruispunten met en zonder middenberm (een 'omitted variable' bias) die het verschil in effect op flankaanrijdingen zouden kunnen verklaren.

Bij het maken van een onderscheid naar de provincie waarin de locatie gelegen is, worden zowel voor de flank- als de kop-staartaanrijdingen significante verschillen gevonden. Wat betreft de flankaanrijdingen, wordt enkel voor West-Vlaanderen een significante daling gevonden. Voor de provincies Limburg, Oost-Vlaanderen en West-Vlaanderen worden geen significante veranderingen in het aantal flankaanrijdingen vastgesteld, maar is de beste schatting telkens een duidelijke daling. In de provincie Antwerpen stijgt dit aantal daarentegen met 40%. Dit resultaat kan deels, maar niet volledig verklaard worden door de grotere proportie camerolocaties binnen de bebouwde kom in de provincie Antwerpen (29 op 58 = 50%) in vergelijking met de provincie West-Vlaanderen (21 op 57 = 36%). Het aantal kop-staartaanrijdingen blijkt een stijging te vertonen in elke provincie. Enkel voor Vlaams-Brabant wordt geen significante verandering gevonden.

RLC die in traject staan blijken minder effectief te zijn dan RLC die niet in traject staan. Hier werd voor RLC die binnen een afstand van 1000m minstens twee andere RLC hebben staan, geen verandering van het aantal ongevallen gevonden. Voor de RLC die geen of één flitspaal op een afstand van

1000m hadden, werd een daling van 11% in het aantal flankaanrijdingen vastgesteld. Voor de afstand van 1500m werd eveneens geen significante verandering gevonden voor locaties binnen een traject en een daling van 18% voor locaties buiten een traject. Dit is een opmerkelijk resultaat, aangezien op wegen waar verschillende RLC na elkaar staan, een hogere effectiviteit zou kunnen verwacht worden. Toch mogen geen te voorbarige conclusies uit dit resultaat getrokken worden aangezien ook hier andere, ongekende factoren (vb het type weg, de verkeersdruk of het aandeel van verschillende vervoersmodi) het verschil tussen de "geïsoleerde" kruispunten en de kruispunten met RLC in traject zouden kunnen verklaren. Wat betreft het aantal kop-staartaanrijdingen werd voor RLC die binnen de 1000m twee andere RLC in hun buurt hebben, een sterkere stijging in het aantal ongevallen gevonden (85%) dan locaties die dit niet hebben (35%). Dit is een logisch resultaat, aangezien men kan verwachten dat bestuurders behoedzamer zullen zijn eens men een kruispunt met RLC is gepasseerd. Dit betreft het zogenaamde spill-over effect, waarbij de bestuurder ook aan volgende kruispunten sneller en bruusker zal gaan remmen bij een oranje licht.

Ook werd een significant verschil gevonden naargelang de RLC binnen of buiten de bebouwde kom was gelegen. Een daling van 18% in het aantal flankaanrijdingen werd vastgesteld voor locaties buiten de bebouwde kom, terwijl geen verandering tot zelfs bijna een stijging van het aantal flankaanrijdingen werd vastgesteld op locaties binnen de bebouwde kom. Het analyseren van het effect van RLC op kop-staartaanrijdingen, toont een randsignificant verschil tussen locaties binnen en buiten de bebouwde kom. De stijging in het aantal kop-staartaanrijdingen blijkt beperkter voor RLC buiten de bebouwde kom (33%) dan voor locaties binnen de bebouwde kom (70%). Een vergelijkende analyse van alle ongevallen, ongeacht het type aanrijding, toont eveneens een significant verschil. Op kruispunten binnen de bebouwde kom wordt een significante stijging van 27% waargenomen, terwijl op kruispunten buiten de bebouwde kom een net niet significante daling van 6% wordt waargenomen.

Een analyse van het effect van de RLC op het aantal gewonden, toonde enkel een daling in het aantal gewonde fietsers. Voor de overige betrokkenen wordt in vergelijking met de trend (alle gewonden in Vlaanderen) een lichte stijging waargenomen op de plaatsen waar een RLC werd geplaatst. Een mogelijke verklaring voor deze resultaten kan gezocht worden in het onderscheid tussen flank- en kopstaartaanrijdingen. Zoals reeds eerder weergegeven daalt het aantal flankaanrijdingen, maar stijgt het aantal kop-staartaanrijdingen. Deze kop-staartaanrijdingen zullen logischerwijs enkel voorkomen tussen bestuurders van een gemotoriseerd voertuig, wat kan verklaren waarom voor deze types weggebruikers geen verschil, of zelfs een lichte stijging in aantal betrokkenen wordt gevonden.

7 Conclusies

In dit hoofdstuk wordt een beknopt overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten. De onderzoeksresultaten laten toe om de volgende conclusies te trekken:

1. Wat betreft de **snelheidscamera's** op wegvakken (SNC):

- Het plaatsen van snelheidscamera's (SNC) op de onderzochte locaties heeft globaal genomen een gunstig effect op de verkeersveiligheid. Het totale aantal letselongevallen daalde ter hoogte van deze locaties met 8%, terwijl het aantal ongevallen met doden of zwaargewonden daalde met 29%. De gevonden daling voor de groep van alle letselongevallen is beperkter en niet-significant, terwijl de gevonden daling voor de ongevallen met doden of zwaargewonden krachtiger is en ook statistisch sterk significant. De gevonden resultaten liggen vrij goed in lijn met de internationale wetenschappelijke literatuur.
- Snelheidscamera's hebben een gunstig effect op het aantal gewonde slachtoffers ongeacht het type weggebruiker (automobilist, bromfietser, fietser, motorrijder of voetganger).

2. Wat betreft de **roodlichtcamera's** op kruispunten (RLC):

- De effectevaluatie van de roodlichtcamera's (RLC) toont een stijging van 5 tot 9% in het totale aantal letselongevallen. Ook dit resultaat ligt in lijn met eerdere bevindingen uit internationaal wetenschappelijk onderzoek. Een analyse van het effect van RLC op de zwaarste verkeersongevallen, die met zwaargewonden of doden, toont niettemin een significante daling van 14 tot 18%.
- De gevonden stijging van het aantal letselongevallen bij roodlichtcamera's kan vooral worden toegeschreven aan het gestegen aantal kop-staartaanrijdingen (+44% voor alle letselongevallen). Het aantal zijdelingse aanrijdingen daalt (-6% voor alle letselongevallen; -24% in het aantal ernstige ongevallen).
- Op kruispunten buiten de bebouwde kom daalt het aantal flankaanrijdingen (-18%), terwijl binnen de bebouwde kom dit aantal niet significant wijzigt en zelfs eerder stijgt. Het aantal kop-staartaanrijdingen vertoont een sterkere stijging op kruispunten binnen de bebouwde kom (+70%), dan buiten de bebouwde kom (+33%). Wanneer de beide types ongevallen worden samengenomen (flankaanrijdingen en kop-staartaanrijdingen), is er tevens een duidelijk verschil waar te nemen, met een significante stijging van het aantal ongevallen binnen de bebouwde kom (+27%), en een net niet significante daling (-6%) buiten de bebouwde kom.
- Op kruispunten waar de plaatsing van roodlichtcamera's gepaard ging met andere ingrepen (zoals een verlaging van de toegelaten snelheid, een nieuw wegdek of voorzieningen voor fietsers of voetgangers) wordt een significante daling (-24 tot -28%) van het aantal letselongevallen gevonden.
- Indien het onderscheid wordt gemaakt naargelang het type weggebruiker, blijkt dat roodlichtcamera's zorgen voor een duidelijke daling (-22%) van het aantal gewonde fietsers. Voor de overige weggebruikers (automobilisten, bromfietzers, motorrijders of voetgangers) werd geen duidelijke verandering van het aantal gewonden gevonden.

8 Aanbevelingen

Op grond van de resultaten van dit onderzoek kunnen de volgende aanbevelingen geformuleerd worden:

1. De beschikbaarheid en de kwaliteit van basisdata verbeteren

De beschikbaarheid en de kwaliteit van de basisdata leverden beperkingen binnen dit onderzoek. Begin 2012 waren bruikbare, geografisch gelokaliseerde, ongevallendata slechts beschikbaar tot en met 2008. Aangezien er ongevalgegevens dienden beschikbaar te zijn tot minimaal één jaar na de plaatsing van flitspalen, had dit als gevolg dat locaties die aangepast waren tot en met 2007 konden geëvalueerd worden en dat locaties die later met camera's werden uitgerust niet konden opgenomen worden in het onderzoek. Een actuelere set van ongevallendata zou een snellere en/of een nog uitgebreidere evaluatie mogelijk gemaakt hebben, zowel wat betreft het aantal locaties als de lengte van de naperiode per locatie.

Om dit probleem op te lossen, heeft de Vlaamse overheid een poging ondernomen om recentere data rechtstreeks bij de betrokken politiezones op te vragen. Dit is een moeizaam proces gebleken aangezien heel wat data niet of zeer laat werden ontvangen. Hierbij bleken er duidelijke discrepanties te zijn tussen de ongevallendata vanuit de FOD Economie en de ongevallendata van de politiezones, vooral betreffende ongevallen aan SNC. Deze verschillen kunnen toegeschreven worden aan niet-controleerbare verschillen in de rapportage en de verwerking van de data tussen beide bronnen. Bijgevolg konden deze data niet gebruikt worden in de analyses. Wij bevelen aan om een dergelijke parallelle dataverzameling in de toekomst niet meer op te zetten.

2. Onbemande verkeershandhaving optimaliseren

De resultaten van het onderzoek tonen aan dat onbemande verkeershandhaving op wegvakken en kruispunten leidt tot een reductie van het aantal zware verkeersslachtoffers. Niettemin leiden roodlichtcamera's tot een ongewenst neveneffect in de vorm van een gestegen aantal kop-staartaanrijdingen. Het verhoogd aantal kop-staartaanrijdingen is mogelijk toe te schrijven aan het feit dat sommige bestuurders vrij abrupt afremmen bij het naderen van het kruispunt, terwijl achterliggers dit niet of te laat doen. Het is in dit opzicht belangrijk om weggebruikers duidelijk en tijdig te attenderen op de aanwezigheid van de camera's, eventueel door het gebruik van aankondigingsborden. Daarnaast kunnen campagnes zinvol zijn om weggebruikers te informeren over het gewenste gedrag, bijvoorbeeld bij het zien van een oranje verkeerslicht of in verband met afstand houden.

3. Verder onderzoek uitvoeren

Verder onderzoek is nodig naar de objectieve omstandigheden bij kop-staartaanrijdingen ter hoogte van kruispunten met roodlichtcamera's. Elementen die hierin een rol kunnen spelen zijn de rijsnelheid van de betrokken bestuurders vlak voor de aanrijding en de fase (groen – oranje – rood) van de verkeersregelinstallatie op het ogenblik van de aanrijding. Een hypothese is dat kop-staartaanrijdingen vooral gebeuren bij oranje licht waarbij de ene weggebruiker afremt en de andere niet. Een beter inzicht is ook wenselijk in de psychologische processen die een rol spelen bij het gedrag van weggebruikers op het ogenblik dat deze zich onderworpen voelen aan onbemand verkeerstoezicht. Dergelijk onderzoek zal toelaten om maatregelen te ontwikkelen die het mogelijk maken om het gedrag van weggebruikers ter hoogte van kruispunten met onbemande camera's te harmoniseren zodat kop-staartaanrijdingen vermeden worden.

In de toekomst kan het ook interessant zijn om niet enkel de finale doelvariabele, zijnde het aantal ongevallen, te analyseren, maar ook intermediaire effecten. Met name gaat het dan over de rechtstreekse effecten van camera's op het verkeersgedrag zoals het effect op de rijsnelheid en op roodlichtnegatie.

Literatuurlijst

- Aarts, L. T. (2004). *Snelheid, spreiding in snelheid en de kans op verkeersongevallen* (No. R-2004-09). Leidschendam: SWOV.
- Aarts, L., & Van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215–224.
- Agentschap Wegen en Verkeer. (2010). Flitspalen. Verkregen maart 23, 2012, van <http://www.wegenenverkeer.be/verkeer-en-mobiliteit/verkeershandhaving/snelheidscontrole.html>
- Agentschap Wegen en Verkeer. (2011). Gedetailleerde procedure aanvraag flitspalen. Verkregen van <http://www.wegenenverkeer.be/images/stories/docs/dienstorders/MOW-AWV-2011-5bijlage1.pdf>
- AWV. (2009). Dienstorder MOW/AWV 2009/1 Plaatsing van borden voor de aankondiging van vast snelheidscamera's en specifieke acties. Verkregen van <http://www.wegenenverkeer.be/images/stories/docs/dienstorders/mow-awv-2009-1.pdf>
- Bartholomew, L. K., Parcel, G. S., Kok, G., & Gottlieb, N. H. (2006). *Planning health promotion programs: an intervention mapping approach*. San-Fransisco: Josey-Bas.
- Billiet, J., & Waege, H. (2003). *Een samenleving onderzocht: Methoden van sociaal-wetenschappelijk onderzoek*. Antwerpen: De Boeck.
- BIVV, Observatorium voor de verkeersveiligheid. (2009). *Nationale gedragsmeting snelheid 2003-2007* (No. D/2009/0779/68). Brussel.
- Casteels, Y., Focant, N., & Nuytens, N. (2011). *Statistische analyse van verkeersongevallen 2009* (No. D/2011//0799/105). Brussel: BIVV, Observatorium voor de Verkeersveiligheid.
- Council, F. M., Persaud, B., Eccles, K., Lyon, C., & Griffith, S. (2005). *Safety-effects of red-light cameras* (No. FHWA-HRT-05-048). Mc Lean: Federal highway administration, US Departement of Transportation.
- De Ceunynck, T., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. & Wets, G. (2012). *Identification of factors contributing to the occurrence of crashes at high-risk locations*. (No. RA-MOW-2011-027). Diepenbeek: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, Spoor Verkeersveiligheid.
- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E., & Wets, G. (2012). *Het programma voor de herinrichting van de gevaarlijke punten op gewestwegen in Vlaanderen: een effectevaluatie*. (No. RA-MOW-2011-021). Diepenbeek: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken, Spoor Verkeersveiligheid.
- De Vocht, A. (2007). *Basishandboek SPSS 15 voor Windows*. Utrecht: Bijleveld.
- Elvik, R. (1995). The safety value of guardrails and crash cushions: A meta-analysis of evidence from evaluation studies. *Accident Analysis & Prevention*, 27, 523–549.
- Elvik, R. (1997). Effects on accidents of automatic speed enforcement in Norway. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1595, 14–19.
- Elvik, R. (2002). The importance of confounding in observational before-and-after studies of road safety measures. *Accident Analysis & Prevention*, 34, 631–635.
- Elvik, R. (2008). The predictive validity of empirical Bayes estimates of road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 40, 1964–1969.
- Elvik, R. (2011). Treatment of zero counts in before-and-after road safety evaluation studies: an exploratory study of continuity corrections. *Transportation Research Board 2011 Annual meeting*.
- Elvik, R., Christensen, P., & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model* (No. 740/2004). Oslo: Institute of Transport Economics.

- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures. Second edition*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Erke, A. (2009). Red light for red-light cameras?: A meta-analysis of the effects of red-light cameras on crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 41, 897–905.
- European Road Safety Observatory. (z.d.). Speed is a central issue in road safety. Verkregen 30 maart, 2012, van http://ec.europa.eu/transport/wcm/road_safety/erso/knowledge/Content/20_speed/speed_is_a_central_issue_in_road_safety.htm
- Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. (z.d.). Red-light Running. Verkregen 27 maart, 2012, van http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/redlight/outreach/marketing/rlr_pps022509/long/
- Fleiss, J. L. (1981). *Statistical Methods for Rates and Proportions*. New York: John Wiley.
- Frechting, J. (2002). *The 2002 User-Friendly Handbook for Project Evaluation*. Arlington, USA: The National Science Foundation.
- Hauer, E. (1991). Should stop yield? Matters of method in safety research. *ITE Journal*, 61, 25–32.
- Hauer, E. (1997). *Observational before-after studies in road safety: estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety*. Elsevier Science Inc., Tarrytown, N.Y.
- Hauer, E., Harwood, D. W., Council, F. M., & Griffith, M. S. (2002). Estimating safety by the empirical Bayes method: a tutorial. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1784, 126–131.
- Hess, S. (2004). Analysis of the effects of speed limit enforcement cameras. Differentiation by road type and catchment area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1865, 28-34.
- Mobiliteit en Openbare Werken. (z.d.). Flitspalen in Vlaanderen. Verkregen 22 maart, 2012, van <http://www.mobielvlaanderen.be/flitspalen/kaarten.php?a=4&nav=5>
- Moons, E. (2009). *Evaluatie van het programma "gevaarlijke punten". Audit van bestaande evaluatieprogramma's* (No. RA-MOW-2009-012). Diepenbeek: Steunpunt Mobiliteit en openbare werken, spoor Verkeersveiligheid.
- Mountain, L., Hirst, W. M., & Maher, M. (2005). Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures? The impact of speed management schemes on 30mph roads. *Accident Analysis & Prevention*, 37, 742–754.
- Mountain, L. J., Hirst, W. M., & Maher, M. J. (2004). Costing lives or saving lives: a detailed evaluation of the impact of speed cameras. *Traffic Engineering and Control*, 45, 280–287.
- Nilsson, G. (2004). *Traffic speed dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*. Lund Institute of Technology.
- Nuyts, E., & Cuyvers, R. (2003). *Effectiviteitsmeting bij Voor-Na studies met een vergelijkingsgroep* (No. RA-2003-22). Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Persaud, B. ., Council, F. M., Lyon, C., Eccles, K. A., & Giffith, M. (2005). Multijurisdictional Safety Evaluation of Red Light Cameras. *Transportation Research Record*, 1922, 29–37.
- Persaud, B., & Lyon, C. (2007). Empirical Bayes before-after safety studies: Lessons learned from two decades of experience and future directions. *Accident Analysis & Prevention*, 39, 546–555.
- Riguelle. (2012). *Nationale gedragsmeting Snelheid 2010*. Brussel: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum verkeersveiligheid.
- Shin, K., & Washington, S. (2007). The impact of red light cameras on safety in Arizona. *Accident Analysis & Prevention*, (39), 1212–1221.
- Shinar, D. (2007). *Traffic Safety and Human Behavior* (1e ed.). Elsevier.
- SWOV. (2005). *Door met duurzaam veilig. Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Leidschendam: SWOV.

- SWOV. (2009). *De relatie tussen snelheid en ongevallen*. Leidschendam: SWOV. Verkregen van http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet_Snelheid.pdf
- Thomas, L. J., Srinivasan, R., Decina, L. E., & Staplin, L. (2008). Safety Effects of Automated Speed Enforcement Programs: Critical Review of International Literature. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2078(-1), 117–126. doi:10.3141/2078-16
- Washington, S., & Shin, K. (2005). *The impact of red light cameras on safety in Arizona* (No. 550). Phoenix: Arizona Department of Transportation. Verkregen van http://mpd.azdot.gov/TPD/ATRC/publications/project_reports/PDF/AZ550.pdf

Het Steunpunt Verkeersveiligheid 2012-2015 is een samenwerkingsverband tussen
de Universiteit Hasselt, de KU Leuven en VITO

