

Fietsinfrastructuur

Effecten op verkeersveiligheid

RA-MOW-2011-008

K. Van Hout, T. Brijs, S. Daniels, E. Hermans

Onderzoekslijn Infrastructuur



DIEPENBEEK, 2012.
STEUNPUNT MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN
SPOOR VERKEERSVEILIGHEID

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-MOW-2011-008

Titel: Fietsinfrastructuur

Ondertitel: Effecten op verkeersveiligheid

Auteur(s): K. Van Hout, T. Brijs, S. Daniels, E. Hermans

Promotor: Prof. dr. Tom Brijs

Onderzoekslijn: Infrastructuur

Partner: Universiteit Hasselt

Aantal pagina's: 74

Projectnummer Steunpunt: 2.2

Projectinhoud: Impact van de weginfrastructuur op de fietsveiligheid: In deze studie willen we de bijdrage bestuderen die fietsinfrastructuur (ruimer te interpreteren dan fietspaden) kan leveren aan een betere veiligheid voor fietsers.

Uitgave: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid, september 2011.

Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken
Spoor Verkeersveiligheid
Wetenschapspark 5
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 91 12
F 011 26 91 99
E info@steunpuntmowverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be

Samenvatting

In het Vademecum Fietsvoorzieningen worden heel wat richtlijnen vooropgesteld met betrekking tot de aanleg van fietsinfrastructuur. Tot op heden werd de impact van deze fietsinfrastructuur op de verkeersveiligheid van fietsers in Vlaanderen echter onvoldoende onderzocht.

Via deze studie willen we hier een aanzet toe geven. Aangezien de relatie tussen fietsinfrastructuur en verkeersveiligheid een zeer ruim veld omvat, wordt dit in deze studie beperkt tot 3 concrete problemen:

- Onder welke omstandigheden kiest men beter voor meer scheiding dan wel menging van fietsers en gemotoriseerd verkeer?
- Zijn dubbelrichtingsfietspaden te verantwoorden vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid?
- Welke positie van fietspad en parkeerstrook ten opzichte van de rijbaan geniet de voorkeur vanuit het oogpunt van de verkeersveiligheid voor fietsers?

Voor het beantwoorden van de drie onderzoeksvragen zal gebruik gemaakt worden van risicomodellen. Risicomodellen worden veelvuldig toegepast binnen verkeersveiligheidsonderzoek. Ze geven een statistisch verband tussen bijvoorbeeld het aantal fietsongevallen (= responsvariabele) en de verkeersintensiteiten en infrastructuur- en omgevingskenmerken (= verklarende variabelen).

Een eerste vaststelling is dat het mengen van fietsers en auto's niet noodzakelijk leidt tot een groter aantal ongevallen met fietsers. Buiten de bebouwde kom is de afwezigheid van fietspaden echter enkel te verantwoorden bij lage voertuigintensiteiten en bieden vrijliggende fietspaden de veiligste oplossing over een groot bereik van voertuigintensiteiten. Binnen de bebouwde kom zijn aanliggende verhoogde fietspaden te verkiezen bij hogere verkeersintensiteiten.

Uit de beschikbare gegevens blijkt echter dat geen duidelijk afgebakende zones bepaald kunnen worden waarbinnen een bepaald type infrastructuur de veiligste oplossing biedt. Dit kan er mogelijk op wijzen dat verschillen in de specifieke uitvoering van de fietsinfrastructuur een belangrijke invloed uitoefenen op het aantal ongevallen met fietsers. Bij de aanleg van fietsinfrastructuur moet dan ook voldoende aandacht besteed worden aan een hoogwaardige uitvoering.

Dubbelrichtingsfietspaden leiden in vergelijking met enkelrichtingsfietspaden tot een aanzienlijk hoger aantal fietsongevallen (50 tot 60% meer). Dit blijkt, in overeenstemming met de beschikbare literatuur, vooral het geval te zijn ter hoogte van kruispunten. Ook langs wegvakken met (half)open bebouwing of lage bebouwingsdichtheid en buiten de bebouwde kom vinden we – ten opzichte van enkelrichtingsfietspaden – relatief meer fietsongevallen, zo blijkt uit de uitgevoerde analyses. Dit verhoogde ongevalsrisico hangt in grote mate samen met de verwachtingspatronen van bestuurders. Bestuurders (die uit een zijstraat of oprit komen of willen afslaan) kijken voornamelijk naar die zijde waar ze verkeer verwachten. Fietsers die uit de onverwachte – maar reglementaire – richting komen worden dan sneller over het hoofd gezien.

Dubbelrichtingsfietspaden moeten dan ook zoveel mogelijk vermeden worden. In slechts een beperkt aantal specifieke gevallen (bijvoorbeeld om te voorkomen dat fietsers tweemaal een drukke weg moeten oversteken) kunnen ze toch overwogen worden. In dat geval dient dit steeds omstandig gemotiveerd te worden en moet in dat geval bijzondere aandacht besteed worden aan de aanleg ervan. Vooral bij kruispunten dient de inrichting bestuurders erop attent te maken dat fietsers uit twee richtingen kunnen komen. Een verhoogde aanleg is op die plaatsen eveneens een goede optie (Hyden et al,

1999). Voorts wordt voor de aanleg dan ook best geopteerd voor de zijde met de minste inritten en kruispunten (Jensen et al, 2000).

De derde en laatste vraag die in dit onderzoek wordt behandeld, heeft betrekking op de positie van de parkeerstroken. Meer concreet wordt nagegaan in welke parkeerconfiguratie het grootste aantal fietsongevallen wordt vastgesteld: wanneer de parkeerstrook wordt aangelegd aan de buitenzijde van de fietsvoorziening (= achterliggende parkeerstrook) dan wel wanneer de parkeerstrook tussen rijbaan en fietspad wordt aangelegd (= tussenliggende parkeerstrook). Bij achterliggende parkeerstroken vinden we gemiddeld ongeveer 46% meer fietsongevallen dan wanneer de parkeerstroken tussenliggend zijn. In dat laatste geval is de invloed van de andere omgevingskenmerken op het aantal ongevallen eerder beperkt. Wanneer de parkeerstrook achter de fietsvoorziening ligt, worden er echter grote verschillen vastgesteld in functie van de locatie waar ze zijn voorzien. Binnen de bebouwde kom, bij gesloten bebouwing en de aanwezigheid van kleinschalige voorzieningen zoals lokale winkels en diensten wordt de fietsvoorziening vanuit veiligheidsoogpunt best aangelegd aan de buitenzijde van de parkeervoorziening, terwijl buiten de bebouwde het omgekeerde valt te verkiezen. Wanneer het fietspad langs de buitenzijde van de parkeervoorziening is aangelegd, zijn er minder conflicten tussen fietsers en in- en uitparkerende voertuigen. Bovendien zijn fietsers er sterker afgeschermd van het voorbijrijdende verkeer. De verminderde zichtbaarheid van de fietser voor het andere verkeer ter hoogte van kruispunten lijkt hier niet tegen op te wegen. Een meer gedetailleerd onderzoek naar de ongevalsoorzaken dient hier uitsluitsel te geven.

De studie biedt heel wat waardevolle conclusies. Niettemin blijven toch ook heel wat vragen onbeantwoord. Vooral met betrekking tot de vraag wanneer fietsers nu wel of niet gescheiden dienen te worden van het autoverkeer zijn de resultaten niet eenduidig. Alles wijst erop dat lokale omstandigheden en uitvoeringskenmerken een belangrijke rol spelen. De invloed van specifieke omstandigheden en uitvoeringskenmerken kan bestudeerd worden via een diepte-analyse van fietsongevallen waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan deze elementen. Daarnaast zou inzicht in de ongevalstypes bruikbare informatie opleveren. Deze studie focust tenslotte voornamelijk op de oplossingen langs wegsecties. Bijkomend onderzoek naar specifieke kruispuntoplossingen blijft dan ook aangewezen.

English summary

Title **Bicycle infrastructure**

Subtitle **Effects on road safety**

Abstract

In the Flemish manual for cycling infrastructure choices are made concerning the construction of cycling infrastructure. Until now the impact of this infrastructure on road safety of cyclists is barely assessed in Flanders. This study aims to meet this lack. Since the relationship between cycling infrastructure and road safety covers a broad spectrum the study will limit itself to 3 concrete problems:

- Under which circumstances separation of cyclists and motorized traffic is preferred and when is mixed traffic to prefer?
- Can two-way cycling paths be justified when road safety is considered?
- Which position of cycling path and parking space favours road safety for cyclists most?

Risk models will be used to answer these 3 research questions. Risk models are a common approach within the field of road safety research. They provide a statistical relationship between e.g. the number of cycling accidents (= response variable) on the one hand and traffic intensities, infrastructure and environment characteristics (= explanatory variables) on the other hand.

A first conclusion is that mixing cyclists with motorized traffic doesn't necessarily lead to more crashes with cyclists. Outside the built-up area the lack of cycling infrastructure can only be justified when low traffic volumes are present and separate cycle tracks offer the safest solution for a large range of traffic volumes. Within built-up areas adjacent raised bicycle paths are to be preferred alongside busy roads.

From the data no distinct zones (with boundary values for traffic intensities) can be distinguished to decide whether separation or mixing cyclists and motorized traffic is to be preferred. Differences in construction of the bicycle facility may influence the number of accidents with bicyclists. When building bicycle infrastructure much attention should therefore be paid to the details of the construction.

Two-way cycle paths provoke significantly more cycling accidents (50 to 60% more) compared to two-sided one-way cycle paths. We also find that the differences in road safety between the two-way and one-way cycle paths are most distinct on junctions. This finding is consistent with the results of a literature review. Alongside road sections with (semi) detached housing or a low building density and outside the built-up area relatively also more cycling accidents occur when two-way cycle paths are present compared to the situation with one-way cycle paths. This increased accident risk relates to a large extent to patterns of expectation of drivers. Drivers pulling out from a driveway or side street primarily look into the direction from which they expect traffic. Cyclists that come from the unexpected – yet prescribed – direction will easily be overlooked.

Two-way cycle paths should therefore be avoided in most cases. In only few situations (when crossing a busy road twice can be avoided) a two-way cycle path might be a good option. The choice for two-way cycle paths should always be motivated extensively and special attention should be paid to its construction in that case. At junctions drivers' attention should be drawn to cyclists that can approach the junction from both directions. A raised construction should be considered at those sites (Hyden et al, 1999). Finally a two-way cycle path should be placed at the road side with the lowest number of junctions and driveways (Jensen et al, 2000).

The third and final question of this report concerns the relative position of cycle path and parking space. More specifically it is verified which configuration leads to the largest number of cycling accidents: when the parking lane is situated outside the cycle path

(outside parking lane) or when the parking lane is placed between the road and the cycle path (parking lane in between). Outside parking lanes lead on average to 46% more bicycle accidents compared to parking lanes in between. When parking lanes in between are present the differences in road safety are limited in different environment conditions. When outside parking lanes are present on the other hand the number of accidents differs substantially according to the characteristics of the surrounding environment. Within the built-up area, with a closed housing type and in presence of small-scale facilities like local stores and services bicycle facilities are best located outside the parking lanes, while outside the built-up area the opposite is preferable. When the bicycle facility is located outside the parking lanes less conflicts will emerge between cyclist and parking vehicles. Furthermore cyclists will be more protected from ongoing traffic. The decreased visibility of the cyclist for the other traffic near junctions doesn't seem to compensate for this. A more detailed investigation of the accident causes could provide more insight.

This study offers a number of valuable conclusions. Nevertheless some questions remain unanswered. Especially with respect to the question whether cyclists should be separated from motorized traffic or not, the results remain unclear. Local circumstances and specific construction characteristics will likely play an important role. The influence of such characteristics can be studied in an in-depth analysis of cycling accidents that especially focuses on such elements. More detailed information about accident type would also provide useful insights. At last this study focuses primarily on cycling infrastructure alongside road sections. Further research on specific junction solutions is therefore still needed.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	9
1.1	Probleemstelling	9
1.2	Vraagstelling	9
1.3	Opzet	9
2.	DATA EN METHODOLOGIE	11
2.1	Gegevensbronnen	11
2.2	Inhoud databestand	11
	2.2.1 <i>Databronnen</i>	11
	2.2.2 <i>Beschrijving variabelen</i>	12
2.3	Specifiek voor de 3 onderzoeksvragen	13
	2.3.1 <i>Mate van menging</i>	13
	2.3.2 <i>Dubbel- versus enkelrichtingsfietspaden</i>	16
	2.3.3 <i>Fietspaden en parkeren</i>	17
2.4	Methodologie	18
3.	SCHEIDEN OF MENGEN	19
3.1	Het Vademecum	19
3.2	Dataverkenning	21
	3.2.1 <i>Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype</i>	21
	3.2.2 <i>Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype</i>	23
	3.2.3 <i>Enkele eenvoudige modellen</i>	24
3.3	Modelresultaten	24
	3.3.1 <i>Modellen met verkeerskarakteristieken</i>	24
	3.3.2 <i>Modellen met verkeerskarakteristieken en snelheidsregime</i>	30
3.4	Bespreking	36
4.	DUBBELRICHTINGSFIETSPADEN	39
4.1	Het Vademecum	39
4.2	Dataverkenning	39
	4.2.1 <i>Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype</i>	39
	4.2.2 <i>Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype</i>	40
	4.2.3 <i>Enkele eenvoudige modellen</i>	41
4.3	Modelresultaten	41
	4.3.1 <i>Kruispunt of wegvakongevallen</i>	44
	4.3.2 <i>Invloed van omgevingskenmerken</i>	46
4.4	Bespreking	51
5.	PARKEREN EN FIETSPADEN	53
5.1	Het Vademecum	53

5.2	Datakarakteristieken	54
5.2.1	<i>Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype.....</i>	<i>54</i>
5.2.2	<i>Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype</i>	<i>55</i>
5.2.3	<i>Enkele eenvoudige modellen</i>	<i>55</i>
5.3	Modelresultaten	55
5.3.1	<i>Model met verkeers- en omgevingskarakteristieken</i>	<i>55</i>
5.3.2	<i>Kruispunt of wegvakongevallen.....</i>	<i>59</i>
5.3.3	<i>Invloed van omstandigheden.....</i>	<i>60</i>
5.4	Bespreking	61
6.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	64
6.1	Conclusies	64
6.2	Aanbevelingen	65
7.	LITERATUURLIJST	67
8.	BIJLAGE	69
8.1	Mengen of scheiden	69
8.1.1	<i>Paarsgewijze vergelijking</i>	<i>69</i>
8.1.2	<i>Resultaten modellen met verkeerskarakteristieken en snelheidsregime</i>	<i>70</i>

1. INLEIDING

1.1 Probleemstelling

In de Beleidsnota 2009-2014 van Vlaams minister van Mobiliteit en Openbare Werken Hilde Crevits (2009) wordt de promotie van fietsen als duurzame vervoerswijze bevestigd. Voorwaarde hierbij is dat het veilig kan. Aangepaste fietsinfrastructuur is in dit verband één van de belangrijkste aangrijpingspunten. In het Vademecum Fietsvoorzieningen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2002) stelde de Vlaamse overheid een aantal richtlijnen op voor de aanleg van een veilige en comfortabele fietsinfrastructuur. De aanleg van fietsinfrastructuur is onder meer afhankelijk van de voertuigintensiteit en de snelheid van het gemotoriseerde verkeer. Ook de ruimtelijke en verkeerskundige context spelen een rol.

Naast deze globale keuze somt het Vademecum nog een aantal specifieke aandachtspunten op. Een eerste punt is de keuze tussen dubbelrichtingsfietspaden en enkelrichtingsfietspaden langs beide zijden van de weg. Een ander punt behelst de plaats van fietspaden ten opzichte van parkeerstroken. Wordt een fietspad beter aanliggend aangelegd waarbij parkerende voertuigen het fietspad moeten kruisen of legt men net het fietspad beter aan achter de parkeerstrook?

Tussen 1991 en 2007 daalde het aantal fietsdoden met ruim 30%, het aantal zwaargewonden met ruim 25% (Martensen & Nuyttens, 2009). Het aantal lichtgewonde fietsers bleef in die periode evenwel stabiel. Het totale aantal (geregistreerde) fietsongevallen nam licht af met 6%.

Tot op heden werd de rol van de fietsinfrastructuur in de verkeersveiligheid van fietsers in Vlaanderen echter onvoldoende onderzocht. Via deze studie willen we hier een aanzet toe geven.

1.2 Vraagstelling

De centrale vraagstelling in dit onderzoek is:

- in hoeverre dragen de keuzes uit het Vademecum bij tot een vermindering van het aantal ongevallen met fietsers in Vlaanderen?

Aangezien deze vraagstelling een zeer ruim veld omvat, wordt dit in deze studie beperkt tot 3 concrete problemen:

- Onder welke omstandigheden kiest men beter voor meer scheiding dan wel menging?
- Zijn dubbelrichtingsfietspaden te verantwoorden vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid?
- Welke positie van fietspad en parkeerstrook is verkiesbaar vanuit het oogpunt van de verkeersveiligheid voor fietsers?

1.3 Opzet

Voor het beantwoorden van de 3 onderzoeksvragen zal gebruik gemaakt worden van risicomodellen. Deze modellen beschrijven het aantal ongevallen in functie van een aantal verklarende variabelen, waaronder verkeerskarakteristieken zoals voertuigintensiteit. Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een bestand dat opgemaakt werd in het kader van de eerder uitgevoerde risicoanalyse van wegvakken binnen een bebouwde omgeving (Van Hout et al, 2005). Dit bestand bevat naast informatie over het aantal ongevallen (met fietsers) ook informatie over de wegopbouw, de aanwezigheid en het type van de fietsinfrastructuur, de bebouwing, de snelheidslimiet, Een meer gedetailleerd overzicht van de data wordt gegeven in hoofdstuk 2.

De gebruikte data bieden heel wat informatie. Nochtans zijn er ook een aantal beperkingen. Zo is bijvoorbeeld geen kruispuntinformatie beschikbaar zodat de invloed van specifieke kruispuntoplossingen voor fietsinfrastructuur op het aantal ongevallen met fietsers niet beoordeeld kunnen worden. Dit betekent niet dat er helemaal geen uitspraken kunnen gedaan worden over het optreden van kruispuntongevallen. De aanwezigheid van een bepaald type fietsinfrastructuur op een wegvak nabij het kruispunt kan immers het optreden van ongevallen op dat kruispunt beïnvloeden. Zo zal bijvoorbeeld een dubbelrichtingsfietspad aanleiding geven tot fietsers die het kruispunt vanuit een onverwachte richting naderen. In dat geval verwacht men een groter aantal ongevallen op het kruispunt. Door het nemen van een aantal voorzieningen kan de invloed hiervan evenwel getemperd (of versterkt) worden. In de resultaten zal de specifieke uitvoering ter hoogte van het kruispunt mogelijk leiden tot een extra spreiding van de resultaten rond het gemiddelde. Uitspraken die verband houden met specifieke uitvoeringen zijn dan ook niet gebaseerd op de uitgevoerde ongevallenanalyse, maar op literatuuronderzoek.

De gebruikte data dateren van de periode rond 2000. De data met betrekking tot de fietsinfrastructuur en omgevingskenmerken werden destijds verzameld in het kader van de opmaak van het bovenlokale functionele fietsrouten netwerk. Door de recente aanleg van infrastructuur die aan hogere standaarden moet voldoen kunnen vertekeningen in het gemiddeld aantal ongevallen met fietsers optreden.

Risicomodellen geven bovendien enkel een statistisch verband weer tussen een aantal variabelen, niet noodzakelijk een oorzakelijk. Wanneer een aantal variabelen die een invloed uitoefenen op het aantal fietsongevallen ontbreken in de dataset, kan de invloed van deze kenmerken (deels) worden overgenomen door de variabelen die wel opgenomen zijn in het model. Hierdoor vertekent men dan weer het eigenlijk verband tussen deze variabele en het aantal fietsongevallen. Dit is meteen ook een beperking van risicomodellen in het algemeen.

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de gehanteerde data. De 3 onderzoeksvragen worden achtereenvolgens behandeld in de hoofdstukken 3 tot en met 5. Hoofdstuk 6 sluit dit rapport af met een aantal conclusies en aanbevelingen.

2. DATA EN METHODOLOGIE

In dit hoofdstuk bespreken we de beschikbare data en de gehanteerde methodiek.

2.1 Gegevensbronnen

Het databestand dat gebruikt wordt in deze studie werd opgemaakt in het kader van een eerdere studie van het Steunpunt Verkeersveiligheid rond de risicoanalyse van doortochten (Van Hout et al, 2005). Het is opgebouwd uit verschillende databestanden, afkomstig van verschillende afdelingen van AWV (Verkeerskunde, provinciale afdelingen) en de Mobiliteitscel:

- de gelokaliseerde ongevallen op gewestwegen van 1996 tot en met 2001;
- een inventarisatie van een aantal weg- en omgevingskenmerken langs de gewestwegen in het kader van een hernieuwde afbakening van de bebouwde kommen op gewestwegen;
- een aantal wegkenmerken langs de gewestwegen die opgenomen werden in het fietsroutenetwerk voor de opmaak van het bovenlokaal functioneel fietsroutenetwerk;
- een aantal kenmerken van doortochten, in het kader van de behoefteanalyse van AWV, op het niveau van de doortocht als geheel;
- verkeersintensiteiten gemeten door middel van tellussen verspreid over het Vlaamse gewestwegennet.

De gebruikte data dateren van de periode rond 2000. De data met betrekking tot de fietsinfrastructuur en omgevingskenmerken werden destijds verzameld in het kader van de opmaak van het bovenlokale functionele fietsroutenetwerk. Sindsdien werd heel wat nieuwe fietsinfrastructuur aangelegd die aan de hogere eisen moet voldoen die in het Vademecum Fietsvoorzieningen zijn gesteld. Een aantal types (zoals fietsstroken) worden sindsdien echter niet meer aangelegd. Dit betekent dat de resultaten die in deze studie bekomen worden enigszins vertekend kunnen zijn. Door de hogere standaard wordt een lager gemiddeld aantal ongevallen verwacht. In die veronderstelling zal het aantal ongevallen voor die fietspadtypes die recent het vaakst werden (her)aangelegd ook het sterkst overschat worden. De data maken trouwens geen onderscheid volgens de kwaliteit van de aanwezige infrastructuur. Ondanks deze beperkingen laten ze ons toch toe een beeld te vormen van de verkeersveiligheidseffecten van fietsinfrastructuur.

2.2 Inhoud databestand

Het basisbestand werd opgebouwd in het kader van het steunpuntonderzoek rond de verkeersveiligheid in Vlaamse doortochten en wegen in een bebouwde omgeving (Van Hout et al, 2005). In een eerste sectie worden de verschillende databronnen kort aangehaald. In sectie 2.2.2 worden de opgenomen variabelen kort gedefinieerd.

2.2.1 Databronnen

Het databestand is opgebouwd uit verschillende databestanden, afkomstig van verschillende afdelingen van AWV (Verkeerskunde, provinciale afdelingen) en de Mobiliteitscel.

In 2000 werden door de Vlaamse provinciebesturen, onder coördinatie en begeleiding van de Vlaamse overheid, 3 databestanden opgebouwd:

- De ongevallen op gewestwegen van 1996 tot en met 1998 werden gelokaliseerd in een GIS-omgeving (nadien werden ook voor andere jaren de ongevallen gelokaliseerd; voor het onderzoek zijn de gelokaliseerde ongevallengegevens gebruikt van de periode 1996-2001).

- Daarnaast werd in het kader van een hernieuwde afbakening van de bebouwde kommen op gewestwegen een inventarisatie gemaakt van een aantal weg- en omgevingskenmerken langs de gewestwegen.
- Tenslotte werden ook voor de opmaak van het bovenlokaal functioneel fietsroutenetwerk een aantal wegkenmerken geïnventariseerd langs de gewestwegen die opgenomen werden in het fietsroutenetwerk.

Daarnaast zijn bij AWV een aantal bestanden beschikbaar met een specifiek kenmerk zoals:

- de locatie van de borden F1/F3 (begin respectievelijk einde bebouwde kom);
- de afbakening van de bebouwde kom;
- een aantal kenmerken van doortochten, in het kader van de behoefteanalyse van AWV geïnventariseerd, op het niveau van de doortocht als geheel.

Naast deze databestanden bezorgde AWV ons ook een overzicht van de wegenwerken die in de onderzoeksperiode plaatsvonden. Voor wegsecties waar werken werden uitgevoerd, werden enkel die jaren met ongevalgegevens weerhouden die overeenstemden met de geïnventariseerde infrastructuurgegevens.

Verkeersintensiteiten worden permanent gemeten door middel van tellussen verspreid over het Vlaamse gewestwegennet. Deze verkeersintensiteiten zijn aangevuld met de tellingen gedaan in het kader van de behoefteanalyse van AWV.

Om de invloed van de wegencategorisering te kunnen bestuderen werd voor dit onderzoek aan de verschillende wegsecties ook de wegencategorie toegevoegd. Deze informatie is afkomstig uit de verschillende ruimtelijke structuurplannen (Vlaanderen en provincies).

2.2.2 Beschrijving variabelen

Het databestand bevat variabelen met betrekking tot het aantal (fiets)ongevallen, verkeersintensiteiten, wegopbouw en wegomgeving. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de opgenomen variabelen. Telkens wordt het aantal records aangegeven waarvoor het gegeven gekend is. Een korte omschrijving van de variabelen sluit de tabel af. Voor een uitgebreidere beschrijving van de variabelen wordt verwezen naar Van Hout et al (2005).

Naam variabele	Aantal records	Omschrijving
intens	41.243	Voertuigintensiteit [voertuigen per dag]
fietsa	35.663	Aantal (brom)fietsers per dag
fietspct	35.013	Aandeel fietsers (aantal fietsers gedeeld door aantal motorvoertuigen)
beko, voorstel, f1f3	94.557	Ligging binnen of buiten bebouwde kom (volgens 3 verschillende bestanden)
komgrens	94.557	Ligging nabij komgrens (nabij borden F1/F3)
functies	58.706	Aanwezigheid van commerciële functies
bb	69.321	Percentage bebouwing langs de weg (afzonderlijk geïnventariseerd voor beide wegzijden)
morf	59.604	Morfologisch inplantingstype van de bebouwing (type bebouwing; afzonderlijk voor beide wegzijden)
rijstr	61.896	Aantal rijstroken

snellheid	57.312	Toegelaten snellheid
categorie	94.557	Wegencategorie
voetzij	62.557	Aantal wegzijden met een voetpad
parkzij	61.183	Aantal wegzijden met een parkeervoorziening
fietszij	79.281	Aantal wegzijden met een fietsvoorziening
typefts	57.312	Type van de fietsvoorziening (afzonderlijk voor beide wegzijden)
aardf	57.312	Aantal richtingen waarin het fietspad mag bereden worden (afzonderlijk voor beide wegzijden)
typetss	57.312	Type van tussenstrook tussen rijbaan en fietspad (afzonderlijk voor beide wegzijden)
breedts	57.312	Breedte van tussenstrook (afzonderlijk voor beide wegzijden)

Tabel 1: Aanwezige variabelen

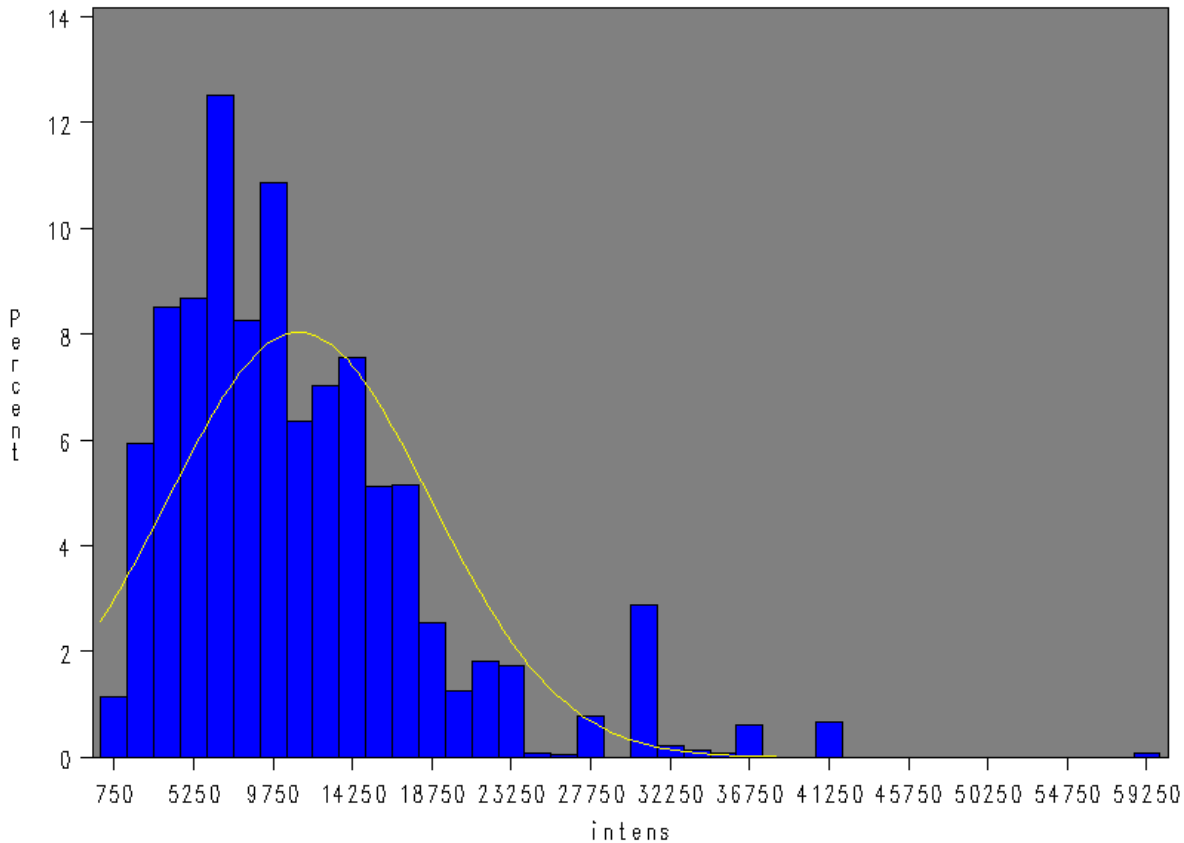
Variabelen die langs weerszijden van de weg geïnventariseerd werden, worden herwerkt tot een globale variabele (via minimale of maximale waarde of door nieuwe variabele die een combinatie beschrijft van de waarden voor beide wegzijden). Er is immers geen reden om aan te nemen dat het aantal ongevallen verschilt naargelang een bepaald kenmerk langs de linker- dan wel de rechterzijde voorkomt. Linker- en rechterzijde van de weg worden bepaald in functie van oplopende hectomerpunten.

2.3 Specifiek voor de 3 onderzoeksvragen

Het oorspronkelijke bestand telde bijna 95.000 records. Niet al deze records zijn evenwel bruikbaar. Een belangrijke parameter voor risicomodellen is de voertuigintensiteit. Modellen zonder voertuigintensiteit hebben slechts een zeer beperkte waarde. Aangezien we in dit onderzoek fietsongevallen bestuderen achten we ook de fietsintensiteit noodzakelijk. De beschikbaarheid van deze 2 variabelen zal het aantal bruikbare records al sterk terugdringen (het aantal records dat zowel fiets- als voertuigintensiteit heeft, is beperkt tot 29.395). In functie van de 3 onderzoeksvragen zullen bijkomende beperkingen opgelegd worden aan het bestand.

2.3.1 *Mate van menging*

Voor de vraag met betrekking tot menging of scheiding van fietsers beperken we ons, voor een duidelijker beeld, tot symmetrische situaties. Dit zijn situaties waar langs beide zijden van de weg hetzelfde type fietsinfrastructuur aanwezig is. Bovendien beperken we de voertuigintensiteit tot 20.000 voertuigen per dag. Bij hogere intensiteiten merken we immers een sterke invloed van deze hoge intensiteiten op de modelparameters waardoor de fit in het courante bereik minder goed wordt. In figuur 1 wordt de verdeling van de records over de verschillende intensiteiten weergegeven. Wanneer de intensiteiten beperkt worden tot 20.000 betekent dit een verlies van ongeveer 10% van de data.



Figuur 1: Verdeling records over voertuigintensiteiten

Deze voorwaarden leiden tot een bestand met 12.589 records. In tabel 2 wordt de verdeling over de verschillende types fietsinfrastructuur weergegeven.

Geen fietspaden	5369
Fietssuggestiestroken	428
Fietsstroken	2694
Aanliggende fietspaden	2059
Aanliggende verhoogde fietspaden	648
Vrijliggende fietspaden	1391
Totaal	12589

Tabel 2: Verdeling records over types fietsinfrastructuur

De definities die voor de verschillende types gehanteerd worden (tabel 3) zijn afkomstig uit de richtlijnen voor inventarisatie van de fietsinfrastructuur in het kader van de opmaak van het bovenlokale functionele fietsroutenetwerk (in overeenstemming met de bron van deze data). De gehanteerde definities komen overeen met deze gebruikt in het Vademecum Fietsvoorzieningen met dien verstande dat het gebruik van de fietsstrook dient vermeden te worden. Bij de inventarisatie werd de fietsstrook als een aparte categorie behandeld en hier

dus ook mee opgenomen. In figuur 2 worden deze verduidelijkt aan de hand van een aantal foto's van typevoorbeelden.

Fietsuggestiestrook	Strook, op de rijweg visueel aangegeven door afwijkende materiaalkeuze of kleur
Fietsstrook	Strook die volledig aansluit op de rijweg, zonder niveauverschil, enkel aangegeven door markering
Aanliggend	Fietsvoorziening fysiek gescheiden van de rijweg, met een tussenstrook smaller dan 100 cm (70 cm indien er een verticaal scherm (haagblok, vangrail, ...) is) zonder niveauverschil
Aanliggend verhoogd	Idem als voorgaande maar met niveauverschil
Vrijliggend	Tussen fietsvoorziening en rijweg ligt een veiligheidszone van minstens 100 cm breed (70 cm indien er een verticaal scheidend element is) waarop geen rijdend verkeer is toegelaten (berm, parkeerstrook, groenstrook, ...)

Tabel 3: Definitie types fietsinfrastructuur

Bron: Inventarisatie in kader van opmaak functioneel fietsroutenetwerk



Figuur 2: Fietspadtypes

2.3.2 Dubbel- versus enkelrichtingsfietspaden

De tweede onderzoeksvraag behandelt het ongevalsrisico van dubbelrichtingsfietspaden. Voor dit bestand is een variabele opgebouwd die aangeeft of de fietsinfrastructuur een eenzijdig aangelegd dubbelrichtingsfietspad (1z2r) is dan wel enkelrichtingsfietspaden langs beide zijden van de weg (2z1r). Deze variabele is aangemaakt op basis van de beschikbare variabelen die aangeven in hoeveel richtingen het fietspad mag bereden worden. Wanneer geen fietspaden aanwezig zijn (laardf en raardf = '-') wordt de waarde 'geen', als één van beide zijden een fietspad heeft dat in 2 richtingen mag bereden worden, wordt de waarde '1z2r' en wanneer langs beide zijden een fietspad ligt dat in 1 richting mag bereden worden, krijgt dit segment de waarde '2z1r'. De overige configuraties krijgen een null-waarde toebedeeld. Het bestand bevat daardoor iets minder records dan het voorgaande (10.375 records) waarbij de records als volgt verdeeld zijn over de types fietsinfrastructuur (tabel 4).

1z2r (dubbelrichtingsfietspad)	667
2z1r (enkelrichtingsfietspaden)	6994
geen	2714
Totaal	10375

Tabel 4: Verdeling records over types fietsinfrastructuur

2.3.3 Fietspaden en parkeren

De derde onderzoeksvraag handelt over de relatieve plaats van parkeerstrook en fietsvoorziening. Voor deze vraag werd een bijkomende variabele aangemaakt die aangeeft of er een achterliggende parkeerstrook (dit is langs de buitenzijde van de fietsvoorziening) aanwezig is dan wel een tussenliggende (tussen de rijbaan en de fietsvoorziening). De indeling wordt gebaseerd op de beschikbare data. Wegsecties waarvoor een parkeerstrook is aangeduid, maar geen vrijliggend fietspad krijgen de aanduiding 'achterliggende parkeerstrook'. Wegsecties waar een vrijliggend fietspad aanwezig is en de tussenstrook als parkeerstrook dan wel een voldoende brede (minstens 1,80 m) overrijdbare tussenstrook (de data zijn niet steeds even specifiek wat de tussenstrook betreft) is aangemerkt krijgen het predicaat 'tussenliggende parkeerstrook'. Het databestand is, voor een zo duidelijk mogelijk beeld, beperkt tot symmetrische situaties. Ofwel zijn de parkeerstroken langs beide zijden achterliggend ofwel zijn ze langs beide zijden tussenliggend. Combinaties van beide worden uitgesloten, maar komen niettemin wel voor. Het bestand telt 1778 bruikbare records. Deze zijn als volgt verdeeld (tabel 5). In figuur 3 worden beide situaties verduidelijkt aan de hand van enkele foto's.

Achterliggende parkeerstroken (A2)	1273
Tussenliggende parkeerstroken (T2)	505
Totaal	1778

Tabel 5: Verdeling records over ligging parkeerstrook



Figuur 3: Achterliggend versus tussenliggend parkeren

De aanwezigheid van parkeerstroken betekent niet dat deze allemaal een gelijkaardige bezettingsgraad kennen. Gegevens hierover zijn echter niet beschikbaar. De aanwezigheid van diverse functies en de ligging in een dichtbebouwd gebied kunnen in dat geval een indicatie geven van de gemiddelde bezettingsgraad. Details over het ontwerp (veiligheidsstrook e.d.) zijn evenmin beschikbaar.

2.4 Methodologie

Om een antwoord te bieden op de 3 onderzoeksvragen wordt gebruik gemaakt van risicomodellen. Deze beschrijven het aantal (fiets)ongevallen aan de hand van een aantal verklarende variabelen. De belangrijkste van deze variabelen zijn voertuig- en fietsintensiteit en de variabele die de beschouwde fietspadconfiguratie aangeeft.

De modellen worden opgebouwd door de verschillende variabelen één voor één toe te voegen. Een variabele wordt weerhouden wanneer de bijdrage aan de modelverbetering significant is. Hiervoor worden de log likelihoods van de geneste modellen vergeleken. Het verschil tussen beide volgt een χ^2 -verdeling. Er wordt hierbij uitgegaan van een 95%-betrouwbaarheid.

Risicomodellen worden veelvuldig toegepast binnen het verkeersveiligheidsonderzoek. Deze methode vergt een aanzienlijk aantal gegevens die op hetzelfde moment geïnventariseerd werden. Voor-na-studies vereisen data van voor- en na een heraanleg. Aangezien de vernieuwing van fietspadinfrastructuur vaak tijdrovend en duur is, is het aantal projecten relatief beperkt en is een lange onderzoeksperiode noodzakelijk. Bovendien dient voor elk onderzoekstraject ook een controlegroep opgesteld worden. Dit maakt voor-na-studies in dit soort projecten vaak omslachtiger dan een cross-sectionele studie. De veelvuldig gebruikte ongevalldata van ADSEI bieden dan weer onvoldoende informatie om het effect van fietsinfrastructuur op het aantal fietsongevallen te bestuderen. Een data-verrijking is dus noodzakelijk. Dit gebeurde door de ongevalldata te koppelen aan de infrastructuurkenmerken in een GIS-omgeving.

Risicomodellen geven een statistisch verband tussen een responsvariabele (in ons geval het aantal fietsongevallen) en een aantal verklarende variabelen (intensiteiten, infrastructuur- en omgevingskenmerken). Er is niet noodzakelijk een causaal verband. Bij het gebruik van risicomodellen zijn een aantal potentiële foutenbronnen aan te duiden. Bij de zogenaamde 'omitted variable bias' ontstaat een fout doordat bepaalde variabelen die gecorreleerd zijn met het aantal ongevallen ontbreken (doorgaans zijn niet alle relevante verklarende variabelen beschikbaar in voldoende mate van detail). In dat geval zal mogelijk een deel van het verband overgenomen worden door variabelen die wel zijn opgenomen in het model. Hierdoor vertoont het rechtstreekse effect van deze variabele een afwijking ten opzichte van het werkelijk optredend effect.

Een tweede mogelijke bron voor fouten is te wijten aan het zogenaamde 'function averaging'. Verschillende types fietsinfrastructuur kunnen immers op een verschillende manier het aantal fietsongevallen beïnvloeden of leiden tot verschillende types ongevallen. Hierdoor ontstaat een soort gemiddelde invloed. Een mogelijke oplossing voor dit soort problemen bestaat erin om meer specifieke modellen op te bouwen, voor specifieke ongevalstypes, voor specifieke omstandigheden. Dit wordt ten dele gedaan in deze studie door de opbouw van modellen per type fietsinfrastructuur. Ook wordt in een aantal gevallen een onderscheid gemaakt tussen kruispunt- en wegvakongevallen. Een verder onderscheid tussen ongevalstypen is niet mogelijk op basis van de data.

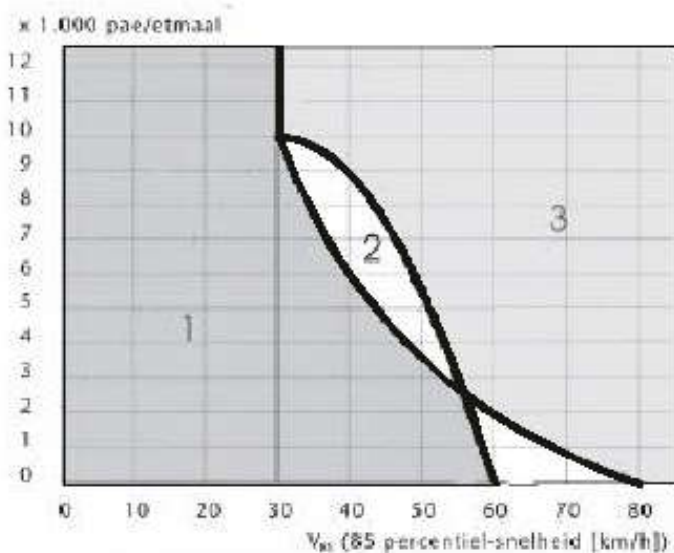
3. SCHEIDEN OF MENGEN

In dit deel wordt nagegaan in hoeverre de in het Vademecum Fietsvoorzieningen voorgestelde aanbevelingen en richtlijnen bijdragen tot de verkeersveiligheid. Dit gebeurt aan de hand van risicomodellen waarbij het aantal fietsongevallen beschreven wordt in functie van een aantal verkeerskarakteristieken (voertuigintensiteit I en fietsintensiteit F), het type fietsinfrastructuur en eventueel bijkomende verklarende variabelen. Voor de types fietsinfrastructuur wordt onderscheid gemaakt tussen 'geen fietspaden', 'fietsuggestiestroken', 'fietsstroken', 'aanliggende fietspaden', 'aanliggende verhoogde fietspaden' en 'vrijliggende fietspaden'.

In de eerste sectie worden een aantal aanbevelingen en aandachtspunten met betrekking tot de problematiek van mengen of scheiden uit het Vademecum en een aantal onderzoeken aangereikt. Deze sectie is grotendeels overgenomen uit Van Hout (2007). In de daaropvolgende sectie worden de data verkend door middel van een aantal gemiddelden en globale modellen. In de derde sectie worden deze modellen uitgediept en worden een aantal extra verklarende variabelen toegevoegd. In sectie 3.4 worden de resultaten tenslotte besproken.

3.1 Het Vademecum

De keuze tussen menging of scheiding wordt doorgaans bepaald op basis van de intensiteit van het autoverkeer en het optredende snelheidsverschil. In figuur 4 wordt weergegeven onder welke voorwaarden menging kan. Voorwaarden voor menging zijn dus een voldoende lage rijsnelheid en een voldoende lage verkeersintensiteit (MVG, 2002, overgenomen uit CROW, 1993). In gebied 1 (bij snelheden lager dan 30 km/h of iets hoger wanneer de voertuigintensiteiten laag blijven) is een gemengd profiel (zonder fietsinfrastructuur) wenselijk. In gebied 3 (hoge voertuigintensiteiten en/of hoge snelheden) zijn fietspaden noodzakelijk. In het tussengebied 2 zijn fietspaden wenselijk. De uitvoering ervan is afhankelijk van andere verkeers- en ruimtelijke kenmerken.



Figuur 4: Keuze fietsvoorzieningen i.f.v. snelheid en voertuigintensiteit

Bron: MVG (2002)

Hoewel in de bovenstaande figuur enkel voertuigintensiteit en rijsnelheid bepalend lijken voor de mate van scheiding, is bijkomend de ligging van het wegvak van belang. Er wordt gesteld dat in verblijfsgebied – en zeker in centrumgebied – fietsers best zo zichtbaar mogelijk aanwezig moeten zijn in het straatbeeld, omwille van een betere conflictpresentatie. Een stelling die niet zelden gecontesteerd wordt in hoorzittingen en de publieke tribune van kranten. In de afweging tussen vrijliggende en aanliggende fietspaden spelen tal van positieve

en negatieve factoren een rol (MVG, 2002). Een volledige menging is dan weer pas mogelijk bij lage snelheden (30 km/h-zones). Andere types infrastructuur bevinden zich in een tussenpositie. Fietssuggestiestroken zorgen wel voor een betere presentatie van fietsers, maar bieden niettemin geen echte scheiding met het autoverkeer. Fietsstroken bieden al wat meer scheiding door hun wettelijk statuut. Elk van deze types kunnen uiteraard voldoen aan verschillende uitvoeringsmodaliteiten die eveneens een invloed zullen hebben op de verkeersveiligheidsprestaties.

Bovenstaande standpunten zijn gelijklopend met de standpunten in Nederland, Denemarken en Wallonië. CROW (2003) geeft inrichtingseisen voor gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen binnen de bebouwde kom. Hier wordt gesteld dat op een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom (snelheidslimiet 50 km/h) fietsers van het gemotoriseerde verkeer gescheiden moeten worden. Bij lage snelheden ($v_{85} < 50$ km/h) en lage voertuigintensiteiten (< 6000 motorvoertuigen/etmaal) zijn fietsstroken ook mogelijk. Op erftoegangswegen (limiet 30 km/h) worden zowel fietsers als bromfietsers op de rijbaan gesitueerd.

Bij lage snelheden en lage verkeersintensiteiten levert scheiding zelden veiligheidsvoordelen op voor fietsers. Ter hoogte van kruispunten is er zelfs een verhoogd risico (Jensen et al, 2000). Wegen met een snelheidslimiet tot 40 km/h vereisen doorgaans geen speciale fietsvoorzieningen, gemengd verkeer voldoet hier doorgaans uitstekend. De keuze van fietsvoorzieningen is ook hier gebaseerd op enerzijds de toegelaten snelheid en anderzijds de verkeersintensiteit. Naarmate snelheid en voertuigintensiteit toenemen, neemt ook de gewenste mate van scheiding toe.

Wanneer worden vanuit het standpunt van verkeersveiligheid best fietsvoorzieningen aangeboden en wanneer is een menging van de verschillende verkeerssoorten aangewezen? Met betrekking tot dit onderwerp zien we twee strekkingen (Van Hout (2007)). De jonge, onervaren fietser en de oudere, minder behendige fietser pleiten doorgaans voor een maximale scheiding van de fietser en het gemotoriseerde verkeer, terwijl de iets oudere, ervaren fietser vaker gewonnen is voor een maximale menging van beide groepen verkeersdeelnemers. Het Vlaamse beleid stelt met betrekking tot het probleem fietsers te scheiden van het gemotoriseerde verkeer waar nodig en te mengen waar mogelijk. Nederland neigt meer naar het scheiden (volgens de principes van Duurzaam Veilig is scheiding nodig wanneer het snelheids- of massaverschil te groot is), terwijl de Angelsaksische wereld eerder mengers kent. Dit is ongetwijfeld te wijten aan de aard van de fietsers in die landen. Dit toont nog maar eens aan dat dé fietser niet bestaat. Het zal bijgevolg ook niet gemakkelijk zijn om alle fietsers tevreden te stellen.

Het mengen van fietsers met autoverkeer in centrumgebieden wordt door de publieke opinie dikwijls met argwaan onthaald. Dit heeft meestal te maken met een onaangepaste maatvoering, waardoor de rijnsnelheden van auto's nog te hoog zijn of de fietsers in de knel geraken. Nochtans zijn er voldoende argumenten die pleiten voor menging onder welbepaalde voorwaarden:

- meer flexibiliteit voor fietsers (veel bestemmingen op korte afstand van elkaar);
- zichtbare aanwezigheid van fietsers in het straatbeeld;
- betere conflictpresentatie, vooral aan kruispunten;
- meervoudig ruimtegebruik.

Vaak is er ook gewoon geen plaats om zowel automobilisten als fietsers als voetgangers een eigen plaats te geven. Bij een beperkte ruimte kan het nooit de bedoeling zijn een fietspad aan te leggen ten koste van de noodzakelijke voetgangersruimte. In dergelijke situaties dringt zich

een duidelijke keuze op waarbij de belangen van de fietser en voetganger evenzeer doorwegen als die van de automobilist.

In functie van snelheidsbeheersing geniet bij menging een krap wegprofiel de voorkeur. Hierbij is geen ruimte voor rakelingse inhaalbewegingen: om een fietser in te halen moet een autobestuurder wachten tot de rijstrook in tegenovergestelde richting vrij is. Nadeel kan zijn dat de fietser zich opgejaagd voelt of de automobilist ongeduldig wordt. Daarom kiest men hier meestal voor niet te lange wegvakken.

Tussenoplossingen tussen volledige menging en volledige scheiding worden ook regelmatig toegepast: van fietssuggestiestroken over fietsstroken naar fietspaden. Fietssuggestiestroken hebben een aantal voordelen. Ze wijzen automobilisten onder meer op de potentiële aanwezigheid van fietsers. Bovendien zorgen ze voor een optische vernauwing van de rijbaan. De SWOV onderzocht het effect van fietssuggestiestroken op het rijgedrag (van der Kooij, 2000; van der Kooij, 2001). Ze vonden:

- een lichte daling van de gemiddelde snelheid;
- een verschuiving van de positie van de fietser weg van de wegrand;
- weinig verschil in de positie van de auto;
- en dus een geringere afstand tussen fietser en het passerende voertuig.

De lagere snelheid en de fietser op grotere afstand van de wegrand kunnen een positieve invloed uitoefenen op het aantal ongevallen, de geringere afstand tussen fietser en auto een negatieve. Het eigenlijke effect op het aantal ongevallen werd niet onderzocht. De verschuiving van de fietser weg van de wegrand kan wel wijzen op een groter veiligheidsgevoel bij de fietser waardoor deze minder de neiging heeft zich naar de kant te laten drukken door het autoverkeer.

Fietsstroken zijn meer gecontesteerd. Jensen et al (2000) vonden een toename van het aantal ongevallen nadat een fietsstrook werd aangelegd. De toename was het gevolg van een afname van het aantal ongevallen op wegvakken, maar een grotere toename van het aantal kruispuntongevallen. Busi (1998) vond geen significant verschil in letselerst bij fietsers op wegen met fietsstroken dan wel wegen zonder fietsvoorzieningen. Bij een vergelijking van fietsstroken met een verbrede rijstrook, lijkt deze laatste betere resultaten te geven voor fietsers (Hunter et al, 1999).

In SWOV-onderzoek uit de jaren tachtig (Welleman & Dijkstra, 1988) werd voor weggedeelten gevonden dat fietspaden veiliger waren dan fietsstroken en dat fietsstroken onveiliger waren dan geen fietsvoorziening. Fietspaden zijn over het algemeen een veilige oplossing op wegvakken. Op kruispunten lijken er echter veiligheidsproblemen op te treden (VTT, 2001).

3.2 Dataverkenning

3.2.1 Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype

Op basis van het gebruikte databestand vinden we een gemiddeld aantal ongevallen met fietsers van 0,131 per jaar en per 100 m. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval rond deze waarde wordt gegeven door [0,125 – 0,138]. Voor het aantal ongevallen met fietsers op wegvakken vinden we analoog 0,060 [0,056 – 0,065], voor kruispuntongevallen 0,071 [0,067 – 0,076]. 54% (d.i. 0,071/0,131) van de ongevallen met fietsers, opgenomen in het gebruikte databestand, gebeuren dus op een kruispunt, iets hoger dan het aandeel fietsslachtoffers dat we vinden voor gans Vlaanderen (49%) (Van Hout, 2007).

Dit gemiddelde aantal fietsongevallen is niet hetzelfde voor de verschillende onderscheiden types fietsinfrastructuur. De resultaten voor de gemiddelde waarde en het

betrouwbaarheidsinterval per type worden samengevat in tabel 6 en grafisch in figuur 5. Zowel de waarde voor het totale aantal fietsongevallen als voor de ongevallen op wegvakken en kruispunten worden weergegeven.

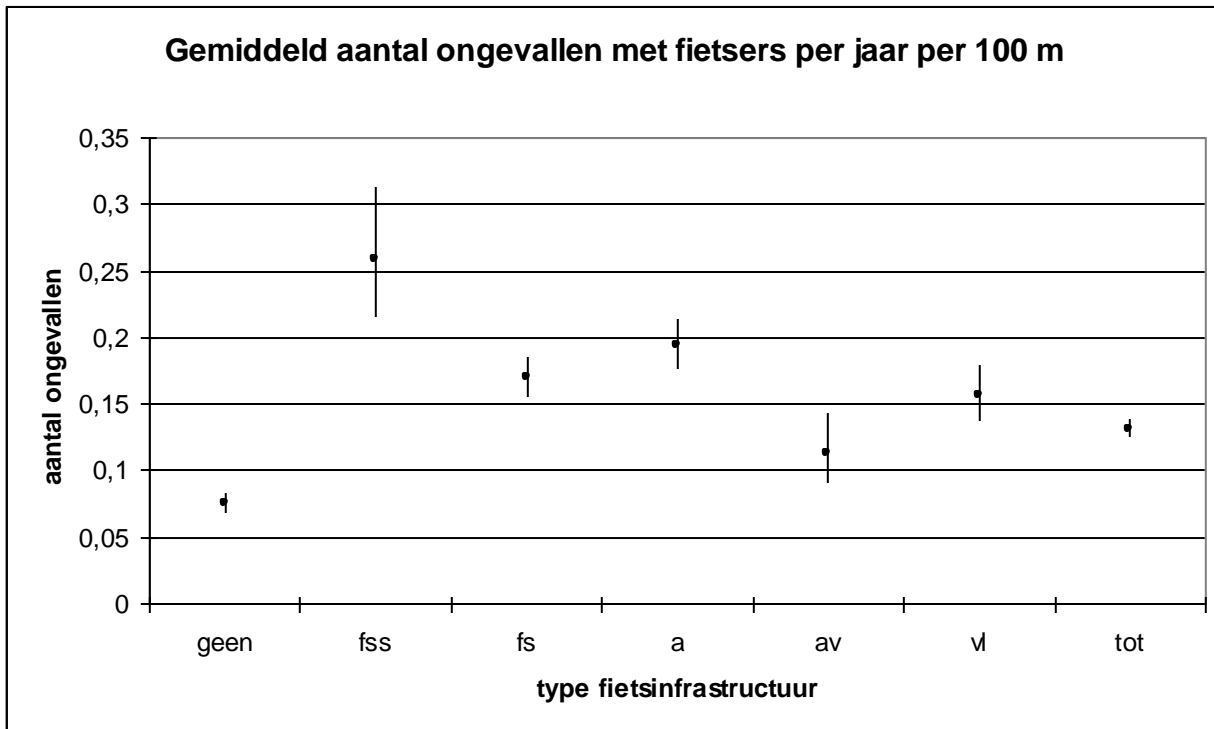
Totaal	wegvak	kruispunt	
0,075 [0,068 – 0,082]	0,036 [0,031 – 0,041]	0,039 [0,034 – 0,045]	Geen fietspaden (5369 records)
0,259 [0,215 – 0,312]	0,091 [0,067 – 0,125]	0,168 [0,134 – 0,212]	Fietssuggestiestroken (428)
0,169 [0,154 – 0,185]	0,073 [0,064 – 0,084]	0,095 [0,084 – 0,107]	Fietsstroken (2694)
0,194 [0,176 – 0,214]	0,088 [0,076 – 0,102]	0,106 [0,093 – 0,121]	Aanliggende fietspaden (2059)
0,113 [0,090 – 0,142]	0,061 [0,045 – 0,083]	0,052 [0,037 – 0,073]	Aanliggende verhoogde fietspaden (648)
0,156 [0,137 – 0,179]	0,079 [0,065 – 0,095]	0,078 [0,064 – 0,094]	Vrijliggende fietspaden (1391)
0,131 [0,125 – 0,138]	0,060 [0,056 – 0,065]	0,071 [0,067 – 0,076]	Alle types (12589)

Tabel 6: Gemiddeld aantal ongevallen met fietsers volgens type infrastructuur

[...] 95%-betrouwbaarheidsinterval

We merken belangrijke verschillen (in vele gevallen ook significante verschillen want de betrouwbaarheidsintervallen overlappen elkaar slechts in een beperkt aantal gevallen) tussen het gemiddelde aantal ongevallen op wegsegmenten die uitgerust zijn met verschillende soorten fietsinfrastructuur. Wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur tonen het laagste gemiddelde aantal ongevallen, gevolgd door wegsegmenten met aanliggende verhoogde fietspaden. De aanwezigheid van fietssuggestiestroken gaat gepaard met het hoogste aantal fietsongevallen. Ook wegsegmenten met aanliggende fietspaden laten een relatief hoog aantal fietsongevallen optekenen. Wegsegmenten met vrijliggende fietspaden of fietsstroken vallen er tussenin.

Op wegvakken met aanliggende verhoogde fietspaden en – in iets mindere mate – met vrijliggende fietspaden is het aandeel kruispuntongevallen aanzienlijk lager. Op wegvakken met fietssuggestiestroken zien we dan weer een veel hoger aandeel kruispuntongevallen.



Figuur 5: Aantal ongevallen met fietsers in functie van het type fietsinfrastructuur

3.2.2 Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype

Uiteraard zijn niet al deze vastgestelde verschillen te wijten aan de aard van de aanwezige fietsinfrastructuur. De keuze voor een bepaald type fietsinfrastructuur wordt immers mee bepaald door de omgevings- en verkeerskarakteristieken. Nadere analyse van het databestand leert ons dat de in het bestand opgenomen wegsegmenten met fietssuggestiestroken en aanliggende fietspaden gemiddeld het hoogste aantal fietsers tellen (tabel 7). Het kleinste aantal fietsers vinden we dan weer terug op de wegsegmenten met aanliggende verhoogde fietspaden. De wegsegmenten met fietssuggestiestroken uit het databestand tellen niet alleen een groot aantal fietsers, ook het verkeersvolume is er gemiddeld het grootst. Wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur worden dan weer gekenmerkt door een veel lager (gemiddeld) verkeersvolume. In de volgende stappen zullen we dan ook de invloed van beide verkeerskarakteristieken meenemen in het model waardoor hiervoor gecorrigeerd wordt.

	F	I
Geen fietspaden	405	7.574
Fietssuggestiestroken	540	12.454
Fietsstroken	415	10.629
Aanliggende fietspaden	590	10.872
Aanliggende verhoogde fietspaden	276	10.865
Vrijliggende fietspaden	395	10.292

Tabel 7: Gemiddelde fietsintensiteit F en voertuigintensiteit I volgens type infrastructuur

3.2.3 Enkele eenvoudige modellen

In eerste instantie worden een aantal eenvoudige referentiemodellen opgebouwd die enkel voertuigintensiteit (I), enkel fietsintensiteit (F) respectievelijk voertuig- en fietsintensiteit hebben als verklarende variabelen.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-11,8139} * I^{1,0685} = 7,40 * 10^{-6} * I^{1,0685} \quad (3.1)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-4,9339} * F^{0,5041} = 7,20 * 10^{-3} * F^{0,5041} \quad (3.2)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-13,6274} * I^{0,9834} * F^{0,4496} = 1,21 * 10^{-6} * I^{0,9834} * F^{0,4496} \quad (3.3)$$

3.3 Modelresultaten

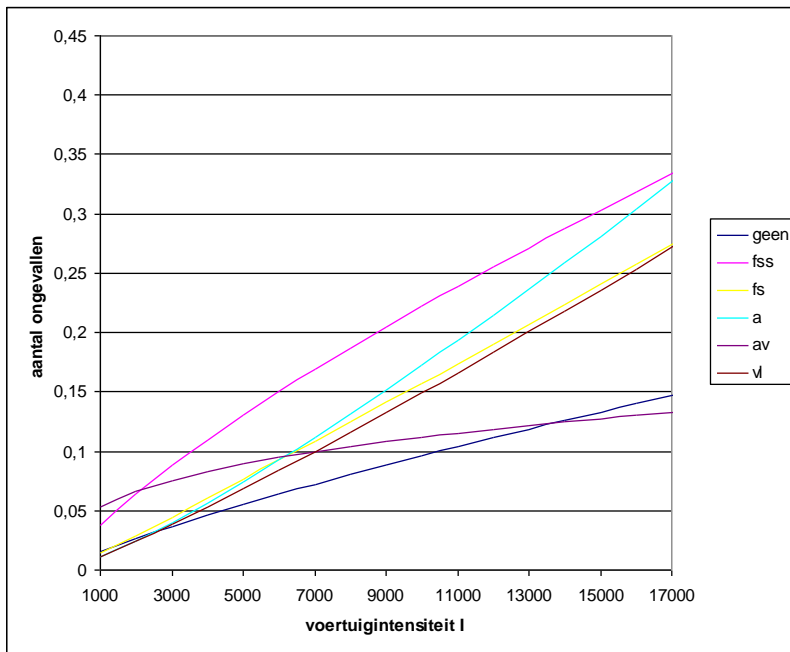
3.3.1 Modellen met verkeerskarakteristieken

In eerste instantie wordt enkel het verkeersvolume, in combinatie met het type fietsinfrastructuur, toegevoegd als verklarende variabele. In plaats van een intercept (het aantal fietsongevallen wanneer de voertuigintensiteit – theoretisch – nul is) wordt in SAS de variabele die het type infrastructuur aangeeft gebruikt. Dit leidt tot een reeks modellen van de vorm beschreven in vergelijking (3.4). Zowel α als β zijn hierbij afhankelijk van het type fietsinfrastructuur. Voor elk type fietsinfrastructuur wordt op deze manier een apart model berekend. De resultaten zijn terug te vinden in tabel 8. Deze basisvorm is veelvuldig gebruikt in de wetenschappelijke literatuur (Reurings, 2006). Hoe lager de waarde voor β , hoe minder het aantal ongevallen afhankelijk is van het verkeersvolume. We zien dat dit vooral het geval is voor wegsegmenten met aanliggende verhoogde fietspaden. Het aantal fietsongevallen op wegsegmenten met aanliggende fietspaden wordt dan weer zeer sterk beïnvloed door het aantal voertuigen. Ook in het geval van vrijliggende fietspaden gaat dit (in iets mindere mate) op. Deze resultaten worden grafisch weergegeven in figuur 6.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^\beta \quad (3.4)$$

	α	β
Geen fietspaden (geen)	$5,94 * 10^{-5}$	0,8023 [0,6392 – 0,9654]
Fietssuggestiestroken (fss)	$1,91 * 10^{-4}$	0,7665 [0,2439 – 1,2891]
Fietsstroken (fs)	$1,04 * 10^{-5}$	1,0455 [0,8008 – 1,2902]
Aanliggende fietspaden (a)	$2,47 * 10^{-6}$	1,2110 [0,9245 – 1,4975]
Aanliggende verhoogde fietspaden (av)	$5,61 * 10^{-3}$	0,3246 [-0,2324 – 0,8817]
Vrijliggende fietspaden (vl)	$4,60 * 10^{-6}$	1,1279 [0,8045 – 1,4513]

Tabel 8: Modelvergelijkingen model (3.4)



Figuur 6: Aantal fietsongevallen per jaar en per 100 m i.f.v. voertuigintensiteit (modelresultaten model (3.4))

Bovenstaande grafiek suggereert dat de afwezigheid van fietspaden de verkeersveiligheid van fietsers gunstig beïnvloedt. Deze situaties vertonen immers over een groot bereik in absolute waarden het laagste aantal fietsongevallen. Bij deze conclusie vergeet men evenwel dat er heel wat andere factoren zijn die een rol spelen bij de verkeersveiligheid van fietsers. Een aantal van deze factoren zullen tevens de keuze voor een specifiek type infrastructuur beïnvloeden. Wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur zullen immers gemakkelijker terug te vinden zijn op die locaties waar er geen noodzaak is om een specifieke infrastructuur aan te leggen, bvb. omdat er geen ongevallen met fietsers gebeuren. Dit verklaart mee het lage aantal ongevallen dat in deze cross-sectionele studie wordt gevonden. Een vergelijking van de absolute waarden van de fietsongevallen zonder meer is daarom af te raden.

Wanneer we de modelvorm (3.4) opsplitsen naar kruispunt- respectievelijk wegvakongevallen vinden we op een analoge wijze onderstaande machten behorend bij de voertuigintensiteit (parameters β). Deze resultaten worden weergegeven in tabel 9. Uit de vergelijking van deze modelparameters blijkt dat wegvakongevallen met fietsers – zoals verwacht – sterker beïnvloed worden door de voertuigintensiteit dan kruispuntongevallen. Uitzondering hierop zijn de wegsegmenten met aanliggende fietspaden, waar een zeer sterke invloed van de voertuigintensiteit op het aantal kruispuntongevallen wordt vastgesteld. Ook bij vrijliggende fietspaden vinden we een grote invloed van de voertuigintensiteit, maar in iets mindere mate (daar is de invloed van I bij wegvakongevallen echter nog groter). Het aandeel kruispuntongevallen neemt, voor de meeste types fietsinfrastructuur, bijgevolg af bij toenemende voertuigintensiteit. Omgekeerd kunnen we ook stellen dat het aandeel wegvakongevallen toeneemt bij toenemende voertuigintensiteit.

Hoewel voertuigintensiteit een gelijkaardige invloed uitoefent op de kruispuntongevallen bij fietsuggestiestroken, geen fietspaden en fietsstroken, valt op dat voor wegvakongevallen voertuigintensiteit een veel belangrijkere rol speelt in de situatie met fietsstroken. Ook bij vrijliggende fietspaden vertonen de wegvakongevallen – enigszins verrassend – een hoge afhankelijkheid van de voertuigintensiteit. Mogelijk zijn deze laatste vaker te wijten aan afslaan van voertuigen (ter hoogte van opritten) of plots overstekende fietsers. Bij fietsstroken betreft het mogelijk aanrijdingen door achteropkomend verkeer. Ook deze hypothese zou getest moeten worden aan de hand van een diepte-analyse, aangezien de aard van de fietsongevallen in het gebruikte databestand onbekend is.

	β	
	kruispunt	wegvak
Geen fietspaden (geen)	0,7649	0,8441
Fietssuggestiestroken (fss)	0,7354	0,8251
Fietsstroken (fs)	0,7423	1,4939
Aanliggende fietspaden (a)	1,3173	1,0882
Aanliggende verhoogde fietspaden (av)	0,2367	0,4013
Vrijliggende fietspaden (vl)	1,0462	1,2107

Tabel 9: macht bij I voor kruispunt- respectievelijk wegvakongevallen met fietsers

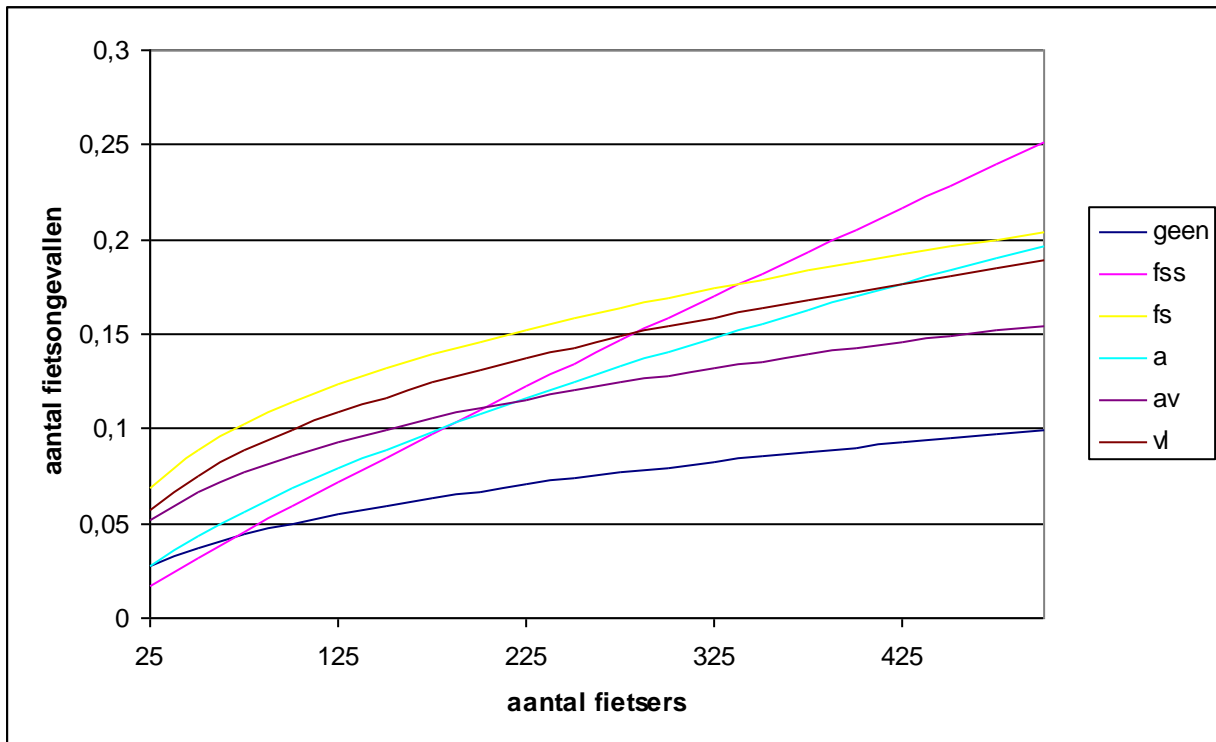
In onderstaand model (3.5) wordt, in plaats van de voertuigintensiteit, enkel het effect van de fietsintensiteit meegenomen. Analoog aan model (3.4) wordt ook hier per type fietsinfrastructuur een apart model opgebouwd. De resultaten worden weergegeven in tabel 10 en figuur 7.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * F^{\gamma} \quad (3.5)$$

	α	γ
Geen fietspaden (geen)	$6,91 * 10^{-3}$	0,4286 [0,3520 – 0,5051]
Fietssuggestiestroken (fss)	$9,20 * 10^{-4}$	0,9026 [0,6902 – 1,1150]
Fietsstroken (fs)	$2,15 * 10^{-2}$	0,3618 [0,2731 – 0,4506]
Aanliggende fietspaden (a)	$3,29 * 10^{-3}$	0,6584 [0,5650 – 0,7518]
Aanliggende verhoogde fietspaden (av)	$1,60 * 10^{-2}$	0,3650 [0,1182 – 0,6119]
Vrijliggende fietspaden (vl)	$1,58 * 10^{-2}$	0,3991 [0,2482 – 0,5500]

Tabel 10: Modelvergelijkingen model (3.5)

De meeste types fietsinfrastructuur vertonen een gelijkaardige invloed van fietsintensiteit op het aantal fietsongevallen. Enkel de situaties met aanliggende fietspaden en vooral fietssuggestiestroken vertonen een verhoogde invloed van de fietsintensiteit. Bij hogere fietsintensiteiten loopt het aantal fietsongevallen in deze gevallen sneller op vergeleken met de andere types. Aanliggende fietspaden vertoonden trouwens ook al een belangrijke invloed van de voertuigintensiteit. De waarden voor de macht blijven wel overal kleiner dan 1. Dit betekent dat voor de individuele fietser het risico op een ongeval verkleint naarmate het aantal fietsers toeneemt.



Figuur 7: Aantal fietsongevallen per jaar en per 100 m i.f.v. fietsintensiteit (modelresultaten model (3.5))

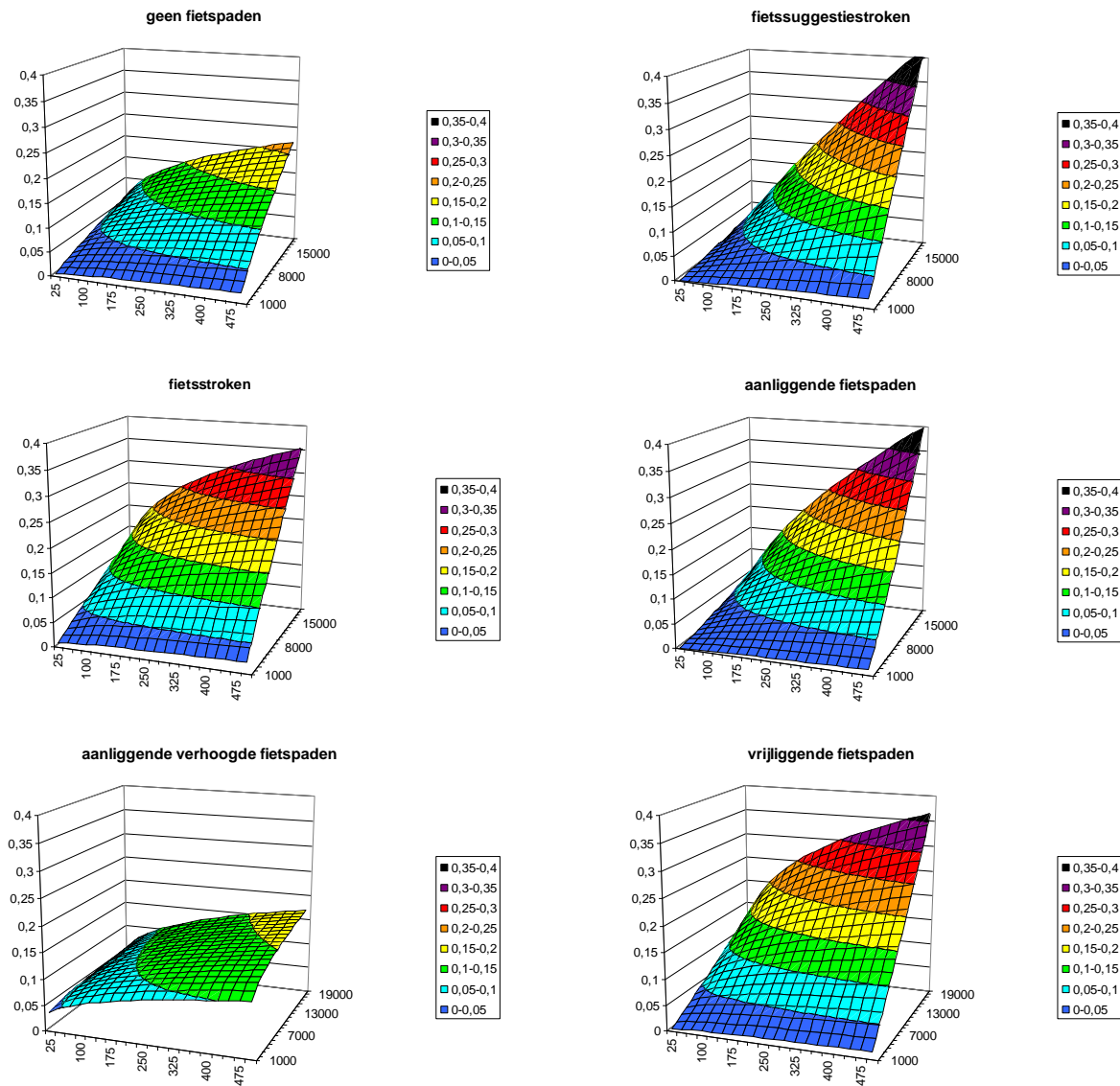
In de – logische – volgende stap worden zowel voertuig- als fietsintensiteit toegevoegd volgens de gangbare formulering. De resultaten worden weergegeven in tabel 11 en figuur 8.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^{\beta} * F^{\gamma} \quad (3.6)$$

	α	β	γ
Geen fietspaden	$7,57 * 10^{-6}$	0,7946 [0,6274 - 0,9617]	0,3861 [0,3143 - 0,4579]
Fietssuggestiestroken	$6,85 * 10^{-8}$	1,0437 [0,3238 - 1,7637]	0,8524 [0,6462 - 1,0585]
Fietsstroken	$6,00 * 10^{-6}$	0,9107 [0,6678 - 1,1537]	0,3154 [0,2236 - 0,4071]
Aanliggende fietspaden	$4,84 * 10^{-8}$	1,2051 [0,8869 - 1,5233]	0,6415 [0,5480 - 0,7351]
Aanliggende verhoogde fietspaden	$4,10 * 10^{-3}$	0,1561 [-0,4170 - 0,7292]	0,3500 [0,0965 - 0,6036]
Vrijliggende fietspaden	$1,40 * 10^{-6}$	1,0584 [0,7352 - 1,3816]	0,3195 [0,1799 - 0,4591]

Tabel 11: Modelvergelijkingen model (3.6)

De resultaten die we in de eerdere modellen vonden blijven grotendeels overeind. In een aantal gevallen zien we wel belangrijke wijzigingen in de berekende parameters (machten bij vooral de voertuigintensiteiten). Dit is vooral het geval bij de fietssuggestiestroken waar we een aanzienlijke toename van de macht bij de voertuigintensiteit vinden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het 95%-betrouwbaarheidsinterval eveneens aanzienlijk vergroot zodat de waarde van de parameter niet zeer betrouwbaar is. Hoge waarden voor de berekende machten vinden we in de grafieken (figuur 8) terug als steile hellingen van de curves. Opvallend is het relatief vlakke verloop dat we vooral terugvinden bij de wegvakken met aanliggende verhoogde fietspaden. Het aantal fietsongevallen wordt op dergelijke wegvakken schijnbaar slechts in beperkte mate beïnvloed door de verkeerskarakteristieken.



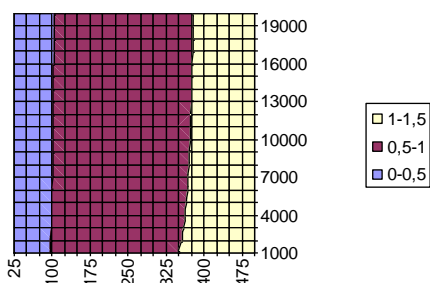
Figuur 8: Aantal fietsongevallen i.f.v. voertuig- en fietsintensiteit (modelresultaten model (3.6))

We kunnen bovenstaande figuren ook anders voorstellen. Per paar van types fietsinfrastructuur wordt de verhouding weergegeven van het aantal fietsongevallen bij het ene type (aangegeven in de kolomkop) ten opzichte van het andere type (in de rijkop aangegeven) voor de verschillende waarden van I en F (figuur 9). Deze voorstelling laat toe om direct te zien onder welke verkeerskenmerken een bepaald type fietsinfrastructuur (relatief) (on)veilig is

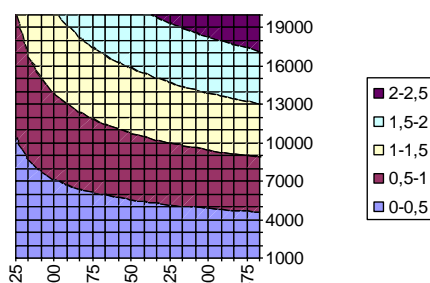
is ten opzichte van een ander type. Het gebied waar deze verhouding de laagste waarde heeft (en waar het type in de teller dus relatief het veiligst scoort ten opzichte van het type in de noemer) is in het blauw aangeduid (relatief omdat in een aantal gevallen een bepaald type altijd veiliger of onveiliger is dan het andere, voor alle I en F). Een volledig overzicht van deze paarsgewijze vergelijking volgt in bijlage 8.1.1.

Zo zien we dat fietssuggestiestroken relatief steeds het beste resultaat halen bij lage fietsintensiteiten. Ook aanliggende fietspaden en de volledige menging geven in de meeste vergelijkingen relatief betere resultaten bij lage fietsersaantallen, hoewel voertuigintensiteit hier een veel grotere invloed heeft. Aanliggende verhoogde fietspaden doen het dan weer het best bij hogere voertuigintensiteiten, zeker als er ook meer gefietst wordt. In het geval van vrijliggende fietspaden worden ten opzichte van aanliggende verhoogde fietspaden minder fietsongevallen verwacht bij lagere voertuigintensiteiten. In vergelijking met fietssuggestiestroken zijn vrijliggende fietspaden gunstiger bij hoge fietsintensiteiten, bijna onafhankelijk van de voertuigintensiteit. Ten opzichte van aanliggende fietspaden tenslotte zijn vrijliggende fietspaden het veiligst bij hoge voertuig- en fietsintensiteiten.

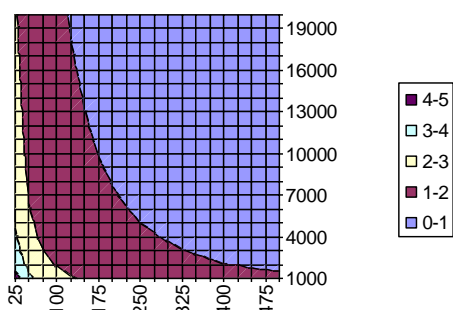
fietssuggestiestroken t.o.v. vrijliggende fietspaden



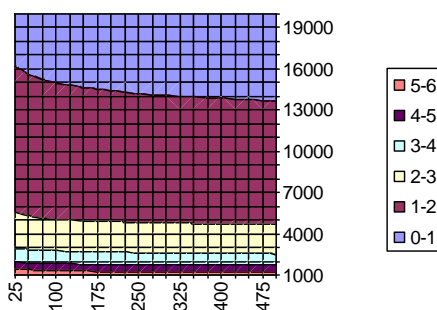
aanliggende t.o.v. aanliggend verhoogde fietspaden



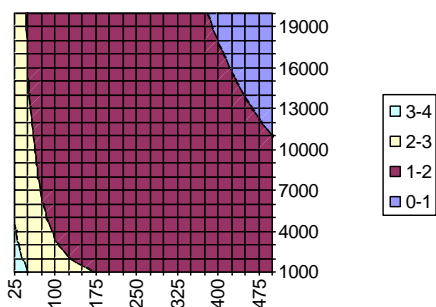
geen fietspaden t.o.v. fietssuggestiestroken



aanliggend verhoogde t.o.v. geen fietspaden



vrijliggende t.o.v. aanliggende fietspaden



Figuur 9: Verhouding aantal fietsongevallen per paar fietsvoorzieningen i.f.v. I en F

3.3.2 Modellen met verkeerskarakteristieken en snelheidsregime

Een volgende parameter die opgenomen is in de beslissingsbomen voor fietsinfrastructuur is de rijsnelheid van het gemotoriseerde verkeer. Aangezien deze variabele niet opgenomen is in het databestand, wordt de snelheidslimiet die van toepassing is op het wegvak in het model opgenomen als verklarende variabele die er het dichtst bij aansluit. Afhankelijk van de weginrichting en de verkeersdrukte zal de eigenlijke v_{85} hier in min of meerdere mate van afwijken. Op basis van het gemiddelde aantal fietsongevallen per type fietsinfrastructuur zien we dat er ook duidelijke verschillen bestaan. Het gemiddelde aantal fietsongevallen (los van I, F en fietspadtype) bedraagt 0,124 [0,115 – 0,133] bij 50 km/h en 0,098 [0,084 – 0,114] bij 70 km/h. Het aantal fietsongevallen ligt dus gemiddeld lager in 70 km/h-zones dan in 50 km/h-zones. Ook wanneer onderscheid gemaakt wordt naar de verschillende types fietsinfrastructuur zien we dat in de meeste gevallen (fietsuggestiestroken vormen de uitzondering) het aantal fietsongevallen hoger ligt in de zones met snelheidslimiet 50 km/h (tabel 12).

Een lagere snelheidslimiet lijkt op het eerste gezicht dus gepaard te gaan met een hoger aantal fietsongevallen. Dit betekent echter niet dat het veiliger is om sneller te rijden. De snelheidslimiet is immers gecorreleerd met heel wat andere parameters die de verkeersveiligheid beïnvloeden: aantal bewegingen, complexiteit situaties, meer toeritten/kruispunten, Hoe complexer de omgeving, hoe lager de ingestelde snelheidslimiet doorgaans is. Als dusdanig is de snelheidslimiet een variabele die eveneens de complexiteit van de omgeving beschrijft.

	50km/h	70 km/h
Geen fietspaden	0,062 [0,052 – 0,074] 4526 records	0,030 [0,017 – 0,051] 712 records
Fietsuggestiestroken	0,117 [0,076 – 0,179] 320 rec.	0,181 [0,115 – 0,286] 108 rec.
Fietsstroken	0,164 [0,144 – 0,187] 1986 rec.	0,139 [0,109 – 0,177] 612 rec.
Aanliggende fietspaden	0,158 [0,136 – 0,183] 1588 rec.	0,089 [0,058 – 0,135] 276 rec.
Aanliggende verhoogde fietspaden	0,114 [0,088 – 0,149] 551 rec.	0,054 [0,023 – 0,131] 92 rec.
Vrijliggende fietspaden	0,178 [0,148 – 0,213] 824 rec.	0,128 [0,093 – 0,176] 348 rec.
Alle types	0,124 [0,115 – 0,133] 9.795 rec.	0,098 [0,084 – 0,114] 1.948 rec.

Tabel 12: Gemiddelde aantal fietsongevallen volgens type infrastructuur bij 50km/h en 70 km/h

Voor elk type fietsinfrastructuur en snelheidsregime wordt, analoog aan de voorgaande modellen, een apart model opgebouwd. Wanneer bij de macht voor fietsintensiteit onderscheid gemaakt wordt tussen de verschillende snelheidsregimes, treden er echter convergentieproblemen op. Om hieraan tegemoet te komen kan men de macht bij de

fietsintensiteiten onafhankelijk stellen van het snelheidsregime. Dit geeft echter een onlogisch model waarbij de macht bij de voertuigintensiteit wel en de macht bij de fietsintensiteit niet afhankelijk is van het snelheidsregime. Om toch een model te bouwen waarbij ook de macht van de fietsintensiteit verschilt naar locatie wordt, in plaats van een opdeling te maken volgens snelheidsregime, de opdeling gemaakt volgens binnen dan wel buiten de bebouwde kom (aangeduid door de borden F1/F3). De resultaten van het model met snelheidsregime als verklarende variabelen worden ter informatie gegeven in bijlage 8.1.2. In de meeste gevallen is de snelheidslimiet binnen de bebouwde kom immers 50 km/h, terwijl buiten de bebouwde kom vaak 70 km/h of meer zal gelden.

Binnen de bebouwde kom vinden we gemiddeld 0,140 [0,134 – 0,148] ongevallen met fietsers per jaar en per segment van 100 m. Buiten de bebouwde kom ligt het gemiddeld aantal fietsongevallen met 0,063 [0,051 – 0,077] significant lager. Het gemiddelde aantal fietsongevallen per type infrastructuur wordt weergegeven in tabel 13. We zien voor alle fietspadtypes binnen de bebouwde kom gemiddeld een hoger aantal fietsongevallen.

	bibeko	bubeko
Geen fietspaden	0,078 [0,070 – 0,086] 4789 records	0,047 [0,033 – 0,069] 580 records
Fietssuggestiestroken	0,274 [0,227 – 0,331] 392 rec.	0,097 [0,034 – 0,277] 36 rec.
Fietsstroken	0,180 [0,164 – 0,198] 2429 rec.	0,062 [0,038 – 0,101] 265 rec.
Aanliggende fietspaden	0,211 [0,191 – 0,234] 1771 rec.	0,087 [0,059 – 0,128] 288 rec.
Aanliggende verhoogde fietspaden	0,117 [0,092 – 0,148] 582 rec.	0,076 [0,032 – 0,182] 66 rec.
Vrijliggende fietspaden	0,173 [0,151 – 0,199] 1177 rec.	0,063 [0,037 – 0,108] 214 rec.
Alle types	0,140 [0,134 – 0,148] 11.140 rec.	0,063 [0,051 – 0,077] 1.449 rec.

Tabel 13: Gemiddelde aantal fietsongevallen per type infrastructuur en ligging

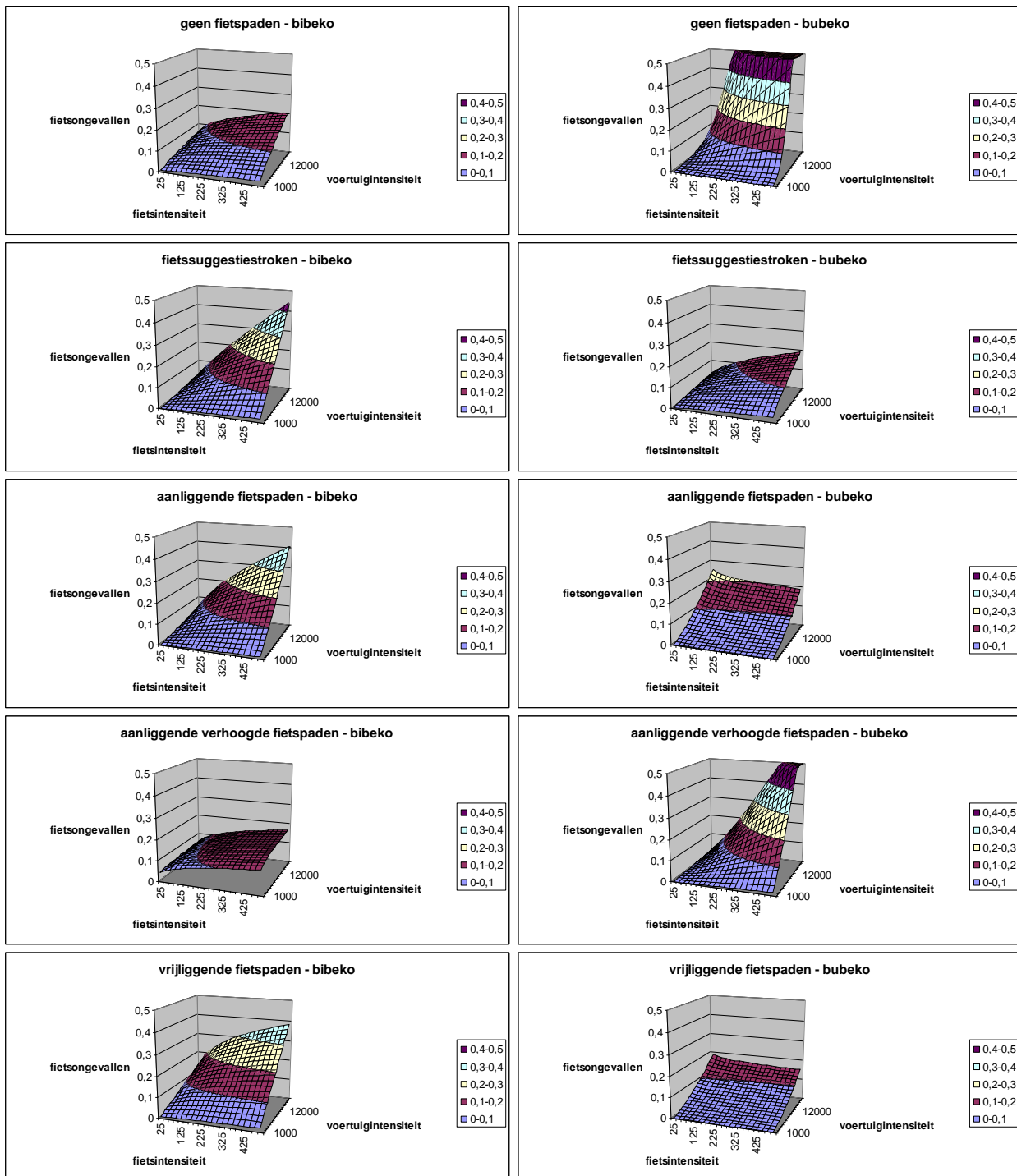
Achter deze gemiddelden kunnen echter heel wat schommelingen schuil gaan. Het onderstaande model (3.7) rekent een aantal verkeerskarakteristieken in en wordt op een analoge manier bekomen als model (3.6). Zowel α , β als γ zijn afhankelijk van het type fietsinfrastructuur en de ligging van het wegvak. Hierdoor wordt ook de mogelijk verschillende invloed van het aantal fietsers beter in rekening gebracht. De resultaten zijn terug te vinden in tabel 14.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * \mathbf{I}^{\beta} * \mathbf{F}^{\gamma} \quad (3.7)$$

		α	β	γ
Geen fietspaden	bibeko	$1,66 \cdot 10^{-5}$	0,7244	0,3604
	bubeko	$2,67 \cdot 10^{-14}$	2,5765	1,0143
Fietssuggestiestroken	bibeko	$5,74 \cdot 10^{-8}$	1,0685	0,8478
	bubeko	$7,21 \cdot 10^{-6}$	0,6788	0,5563
Fietsstroken	bibeko	$1,33 \cdot 10^{-5}$	0,8402	0,2983
	bubeko	$2,35 \cdot 10^{-5}$	0,3835	0,7747
Aanliggende fietspaden	bibeko	$6,99 \cdot 10^{-8}$	1,1726	0,6360
	bubeko	$1,70 \cdot 10^{-7}$	1,4670	-0,0983
Aanliggende verhoogde fietspaden	bibeko	$7,88 \cdot 10^{-3}$	0,1110	0,3114
	bubeko	$1,62 \cdot 10^{-9}$	1,2465	1,2075
Vrijliggende fietspaden	bibeko	$3,02 \cdot 10^{-6}$	0,9873	0,3162
	bubeko	$7,27 \cdot 10^{-8}$	1,5143	-0,0737

Tabel 14: Modelvergelijkingen model (3.7)

In tegenstelling tot het model met de snelheidslimiet als verklarende variabele is hier de parameter γ wel afhankelijk van de ligging (er treden immers geen convergentieproblemen op met het toevoegen van de kruisvariabele $\log F_x \text{fietspadtypexligging}$). Door deze werkwijze ontstaat een reeks modellen van dezelfde vorm voor de 6 onderscheiden fietspadconfiguraties voor telkens twee locatiekeuzes. De invloed van de fietsintensiteit op het aantal fietsongevallen kan dan ook op een meer gedetailleerde manier beschreven worden. Dit heeft, zoals gezegd, wel een invloed op de modelparameters. We zien soms aanzienlijke verschillen in de berekende parameters bij de ligging binnen dan wel (en vooral) buiten de bebouwde kom.



Figuur 10: Aantal fietsongevallen i.f.v. I en F (modelresultaten (3.7))

De figuren voor wegsegmenten binnen de bebouwde kom (linkerhelft van fig. 10) komen goed overeen met deze die we vonden in figuur 9 (de wegsegmenten binnen de bebouwde kom maken dan ook het grootste deel uit van het databestand). De curves voor wegsegmenten buiten de bebouwde kom wijken hier vaak sterk van af. Hoewel binnen de bebouwde kom het gemiddelde aantal ongevallen met fietsers lager ligt dan buiten de bebouwde kom, en dit ongeacht het type fietsinfrastructuur, zien we in figuur 10 dat dit niet opgaat voor alle combinaties van voertuig- en fietsintensiteit. In bepaalde zones is het aantal ongevallen buiten de bebouwde kom groter dan voor dezelfde intensiteiten binnen de bebouwde kom. Wanneer

geen aparte fietsinfrastructuur is voorzien, zien we dat het aantal ongevallen vooral buiten de bebouwde kom sterk toeneemt bij hogere voertuig- en fietsintensiteiten. Hetzelfde beeld vinden we terug bij aanliggende verhoogde fietspaden. Bij fietssuggestiestroken vinden we daarentegen binnen de bebouwde kom een sterke stijging van het aantal fietsongevallen bij hoge voertuig- en fietsintensiteit, net zoals bij aanliggende en vrijliggende fietspaden. Een duidelijke lijn in de resultaten is evenwel niet aanwezig.

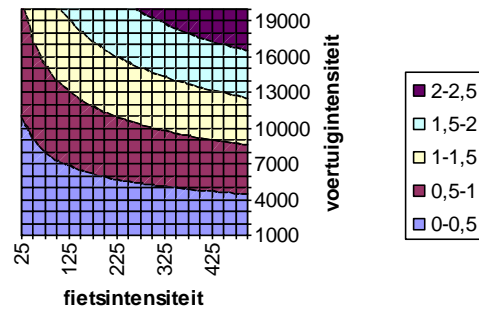
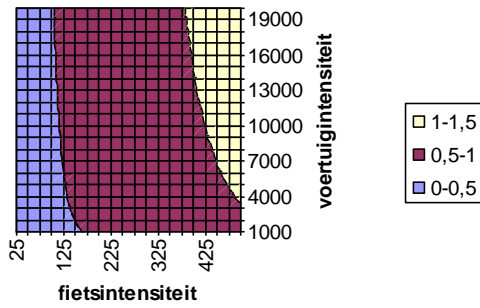
In figuren 11 en 12 worden de verschillende types fietsinfrastructuur paarsgewijze met elkaar vergeleken. Dit leidt tot de volgende vaststellingen:

Binnen de bebouwde kom zijn de resultaten gelijklopend met deze die gemaakt werden op basis van figuur 9. Bij hoge voertuigintensiteiten bieden aanliggende verhoogde fietspaden de veiligste oplossing. Fietssuggestiestroken doen het enkel goed bij relatief lage fietsintensiteiten. Aanliggende fietspaden zijn binnen de bebouwde kom over een groot bereik van voertuig- en fietsintensiteiten veiliger dan vrijliggende fietspaden. Het verschil is het grootst bij lage voertuig- en fietsintensiteiten. Aanliggende verhoogde fietspaden geven globaal de beste resultaten bij hoge voertuigintensiteiten. Ten opzichte van aanliggende verhoogde fietspaden zijn zelfs vrijliggende fietspaden enkel veiliger bij lage voertuigintensiteiten.

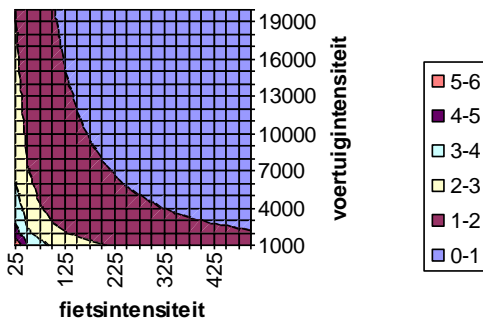
Buiten de bebouwde kom is het beeld anders. Menging (geen fietsinfrastructuur) is enkel veiliger ten opzichte van de andere infrastructuurtypes bij lage voertuigintensiteiten. De resultaten voor fietssuggestiestroken gaan in tegen dit verwachte beeld. Zij zouden immers de veiligste oplossing bieden bij hogere voertuigintensiteiten. Aanliggende verhoogde fietspaden doen het buiten de bebouwde kom vooral goed bij lagere fietsintensiteiten. Vrijliggende fietspaden bieden buiten de bebouwde kom over een groot bereik van voertuig- en fietsintensiteiten de veiligste oplossing.

Binnen de bebouwde kom zijn de resultaten in grote mate gelijklopend met deze die we vonden in functie van de heersende snelheidslimiet (zie bijlage). Buiten de bebouwde kom wijken de gevonden resultaten echter af. Dit heeft in de eerste plaats te maken met de afhankelijkheid van γ van de locatie binnen of buiten de bebouwde kom. Bovendien is het aantal wegsecties in snelheidszones 70 veel beperkter dan het aantal in zones 50, waardoor de resultaten veel minder betrouwbaar zijn.

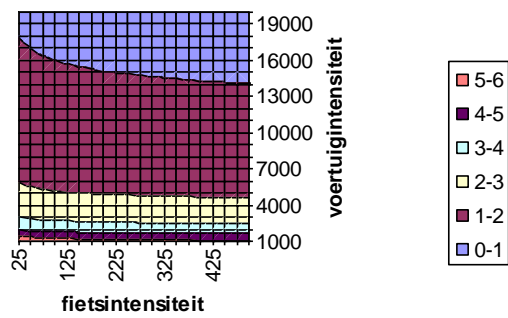
fietssuggestiestroken t.o.v. vrijliggende fietspaden aanliggende t.o.v. aanliggend verhoogde fietspaden



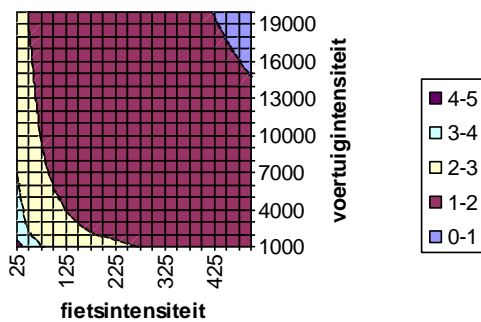
geen fietspaden t.o.v. fietssuggestiestroken



aanliggende verhoogde t.o.v. geen fietspaden

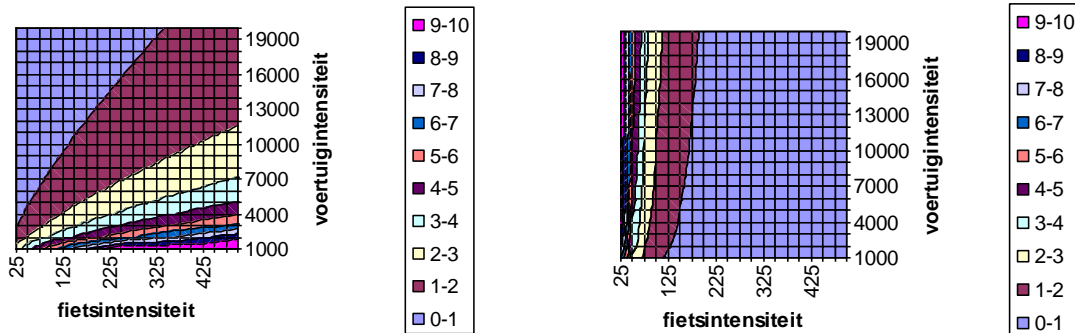


vrijliggende t.o.v. aanliggende fietspaden

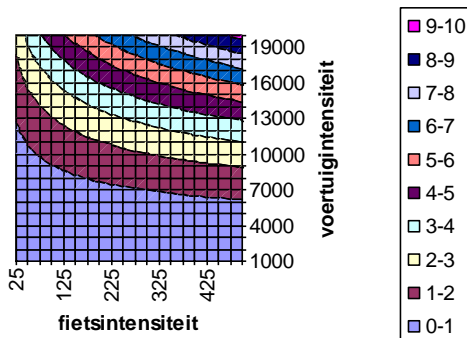


Figuur 11: Aantal fietsongevallen i.f.v. I en F (modelresultaten (3.7)), wegsegmenten binnen bebouwde kom

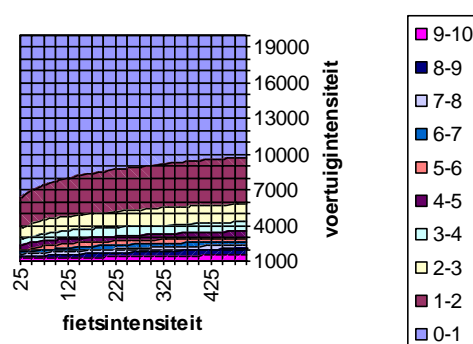
fietsuggestiestroken t.o.v. vrijliggende fietspader aanliggende t.o.v. aanliggend verhoogde fietspaden



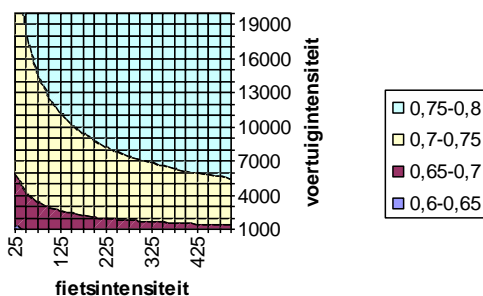
geen fietspaden t.o.v. fietsuggestiestroken



aanliggende verhoogde t.o.v. geen fietspaden



vrijliggende t.o.v. aanliggende fietspaden



Figuur 12: Aantal fietsongevallen i.f.v. I en F (modelresultaten (3.7)), wegsegmenten buiten bebouwde kom

3.4 Bespreking

Op basis van de analyse kunnen we volgende (voorzichtige) vaststellingen doen:

- Op wegsegmenten zonder fietspaden vinden we gemiddeld het laagste aantal ongevallen met fietsers. Menging van fietsers en autoverkeer leidt dus niet noodzakelijk tot een hoger aantal ongevallen met fietsers.
- De afhankelijkheid van de fietsintensiteit ligt voor de meeste types fietsinfrastructuur in dezelfde lijn. Enkel bij fietsuggestiestroken en aanliggende fietspaden constateren we een verhoogde invloed.
- Het aantal fietsongevallen op wegvakken wordt sterker beïnvloed door de voertuigintensiteit dan het aantal kruispuntongevallen. Uitzondering hierop zijn wegsegmenten met aanliggende fietspaden. De fietsintensiteit heeft dan weer een grotere invloed op de kruispuntongevallen.

- Buiten de bebouwde kom is menging enkel een (relatief) veilige oplossing bij lage voertuigintensiteiten, binnen de bebouwde kom ook bij hogere intensiteiten.
- Bij lage voertuigintensiteiten binnen de bebouwde kom leidt een aparte fietsvoorziening (aanliggend of vrijliggend) tot minder fietsongevallen dan menging. Mogelijk kan dit gelinkt worden aan hogere rijnsnelheden. Dit kan binnen dit onderzoek echter niet geverifieerd worden.
- Het aantal fietsongevallen op wegsegmenten met aanliggende verhoogde fietspaden is het minst afhankelijk van de voertuigintensiteit (kleinste macht bij voertuigintensiteit I). Bij aanliggende fietspaden merken we dan weer de grootste afhankelijkheid van de voertuigintensiteit.
- Wegen met aanliggende verhoogde fietspaden leiden tot risicomodellen die sterk afwijken van deze die we bekomen voor wegen met aanliggende fietspaden. Aanliggende verhoogde fietspaden worden veel minder beïnvloed door verkeerskarakteristieken.
- Vrijliggende fietspaden zijn buiten de bebouwde kom de veiligste oplossing voor een groot bereik van voertuig- en fietsintensiteiten. Wegsegmenten zonder fietsinfrastructuur zijn buiten de bebouwde kom enkel een veilige oplossing bij lage voertuigintensiteiten. Een grotere scheiding lijkt buiten de bebouwde kom dan ook een relatief gunstiger resultaat op te leveren dan binnen de bebouwde kom.
- De modellen leiden niet tot eenduidige conclusies. Er is geen logische volgorde op te stellen van meer naar minder scheiding of omgekeerd. Een mogelijkheid is dat deze volgorde niet bestaat. Een andere mogelijkheid is dat er zeer veel variatie bestaat tussen de verschillende wegsegmenten. Mogelijk zijn er ook andere beïnvloedende parameters die niet opgenomen zijn in de modellen, maar die wel een belangrijke rol spelen. Zo tonen bvb. de modellen voor wegsegmenten met fietssuggestiestroken een grote variabiliteit in de modelparameters in functie van de opgenomen variabelen. De berekende modelparameters noteren ook vaak een breed betrouwbaarheidsinterval. Mogelijk is dit te wijten aan grote verschillen in uitvoering en omstandigheden.

Op basis van de modelresultaten is er dus geen reden om de basisprincipes die in het Vademecum Fietsvoorzieningen gehanteerd worden te verwerpen. Meer zelfs, er zijn verschillende indicaties dat bij hogere snelheden een grotere scheiding van fietsers en gemotoriseerd verkeer gunstiger is voor de veiligheid van de fietsers. Voertuigintensiteit en snelheid spelen alleszins een bepalende rol.

Anderzijds stellen we vast dat de resultaten niet eenduidig zijn. Afhankelijk van het gehanteerde model vinden we soms tegenstrijdige resultaten. Bovendien vinden we geen eenduidige volgorde terug voor infrastructuurtypes gaande van volledige menging tot totale scheiding door middel van vrijliggende fietspaden. Uit de modelresultaten komen evenmin duidelijk afgebakende zones naar voor waarbinnen een bepaald type infrastructuur de veiligste oplossing biedt. Wel zijn er aanwijzingen in welke situaties bepaalde fietsinfrastructuren relatief veiliger zijn. Om de uitgangspunten van de beslissingsbomen verder te onderbouwen is bijkomend onderzoek nodig naar de aard van de fietsongevallen in functie van de aanwezige fietsinfrastructuur. De fietsinfrastructuur beïnvloedt immers niet alleen het aantal fietsongevallen, maar ook de aard van ongevallen (aandeel kruispuntongevallen, ongevallen bij dwars- of langsrichting).

Uit de resultaten (en de spreiding errond) blijkt dat er grote verschillen bestaan tussen wegsecties met gelijkaardige voorzieningen. Deze verschillen kunnen te wijten zijn aan verschillen in uitvoering (o.m. het in- of uitbuigen van fietspaden ter hoogte van kruispunten). Doordat deze detailkenmerken niet opgenomen zijn in de data (en ook niet gemakkelijk beschikbaar kunnen worden gesteld), kon de invloed hiervan op het aantal fietsongevallen niet onderzocht worden.

De resultaten geven aan dat zowel voertuigintensiteit als snelheidsregime in ogeschouw moeten genomen worden voor de bepaling van het type infrastructuur. Daarnaast speelt ook het aantal fietsers dat gebruik maakt van de verbinding een belangrijke rol. Niettemin blijven er heel wat onduidelijkheden die er op kunnen wijzen dat plaatselijke omstandigheden eveneens een belangrijke invloed kunnen uitoefenen. Het volstaat bijgevolg niet om voor elke specifieke oplossing louter af te gaan op de algemene richtlijnen van het Vademecum. Elke voorgestelde oplossing dient het resultaat te zijn van een sterk doordachte studie van de specifieke omstandigheden, waarbij het Vademecum als leidraad kan dienen.

In een aantal gevallen is het 95%-betrouwbaarheidsinterval rond de modelparameters vrij breed. Dit leidt dan tot onbetrouwbare resultaten. Deze verschillen zijn te wijten aan een grote variabiliteit in de onderliggende data. Er kunnen op de verschillende locaties immers aanzienlijke verschillen bestaan in uitvoering (aanwezigheid van veiligheidsstroken, specifieke kruispuntoplossingen, ...), in omstandigheden (spreiding van de drukte over de dag, aantal voertuigmanoeuvres, zichtbaarheid, obstakels...), in aard van de weggebruikers (aanwezigheid van bepaalde voorzieningen die het weggebruik kunnen beïnvloeden (schoolroutes, vrachtroute), ...). Garrard et al (2008) vonden bvb. – in Melbourne – dat vrouwen meer geneigd zijn te fietsen wanneer een gescheiden fietsinfrastructuur aanwezig is.

Hiermee komen we dan ook op één van de beperkingen van risicomodellen. Dergelijke modellen geven immers een statistisch verband tussen het aantal ongevallen en een aantal verklarende variabelen. Ontbrekende variabelen (die bvb. de wisselende omstandigheden beschrijven) kunnen bepaalde relaties vertekenen of verdoezelen. Zo gebeuren er minder ongevallen bij snelheidslimiet 70 km/h dan bij 50 km/h. Dat is niet omdat sneller rijden veiliger is, maar omdat de weg en het gebruik ervan doorgaans beter ingesteld zijn op deze hogere snelheden. Iets analoog vinden we voor wegsecties zonder fietspaden. Op deze secties gebeuren in een breed bereik van voertuigintensiteiten minder fietsongevallen dan op wegen met een uitgebouwde fietsinfrastructuur. Wegsecties zonder fietsinfrastructuur waar in het verleden – omwille van diverse redenen – veel fietsongevallen gebeurden, hebben echter een grotere kans om reeds uitgerust te zijn met fietsinfrastructuur. Hierdoor zijn enkel die secties die intrinsiek veilig zijn nog niet aangepast aan de richtlijnen. Dit verklaart mogelijk het lage aantal fietsongevallen wanneer geen fietsinfrastructuur aanwezig is.

De keuze voor een bepaald type fietsinfrastructuur is trouwens niet alleen afhankelijk van het verwachte aantal fietsongevallen. Vaak worden ze ook ingezet om het fietsgebruik aan te moedigen door in te spelen op het onveiligheidsgevoel. Ook het comfort voor de fietsers wordt er door beïnvloed. Deze aspecten blijven in deze studie echter volledig buiten beschouwing.

4. DUBBELRICHTINGSFIETSPADEN

Via de modellen in deze sectie wordt het aantal fietsongevallen op wegvakken met eenzijdig aangelegde dubbelrichtingsfietspaden vergeleken met deze wanneer dubbelzijdig aangelegde enkelrichtingsfietspaden aanwezig zijn.

In eerste instantie worden opnieuw een aantal referentiemodellen bepaald die enkel een constante term en voertuig- of fietsintensiteiten bevatten. Vervolgens wordt het fietspadtype toegevoegd en tenslotte wordt een model gegeven dat alle beschikbare verklarende variabelen bevat die een significante verbetering opleveren voor het model.

4.1 Het Vademecum

In het Vademecum Fietsvoorzieningen wordt aangemaand voorzichtig om te springen met de aanleg van dubbelrichtingsfietspaden. Binnen de bebouwde omgeving is de keuze voor dubbelrichtingsfietspaden in de meeste situaties onverantwoord. Enkel in uitzonderlijke omstandigheden en met bijzondere aandacht voor mogelijke conflictpunten (kruispunten, inritten, overgang naar dubbelzijdig fietsverkeer) valt het te overwegen. Ook buiten de bebouwde omgeving blijft dubbelzijdig fietsen de algemene regel. Uitzonderlijk kunnen er redenen zijn om toch te opteren voor een dubbelrichtingsfietspad. Het kan bijvoorbeeld in ogenschouw genomen worden wanneer de ruimtelijke of landschappelijke context leidt tot een asymmetrisch gebruik (bestemmingen langs één zijde van de weg) of bij ruimtegebrek (één zijde van de weg valt binnen kwetsbaar of natuurgebied wat onteigeningen bemoeilijkt).

Bij dubbelrichtingsfietspaden duiken fietsers op uit een voor andere weggebruikers onverwachte – maar niettemin reglementaire – richting. Zeker bij het rechts opdraaien van de rijbaan worden deze fietsers gemakkelijk over het hoofd gezien, met ongevallen tot gevolg. Uit een eerdere diepte-analyse van ernstige ongevallen met fietsers in Antwerpen bleek reeds dat fietsen in tegenrichting (of het nu reglementair gebeurde of niet) een belangrijke risicofactor betekende, vooral op kruispunten en nabij inritten (Van Hout & de Jong, 2006). Bij een gelijkaardige studie voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd eveneens vastgesteld dat de meeste fietsslachtoffers betrokken bij ongevallen op dubbelrichtingsfietspaden in tegenrichting fietsten (Populer & Dupriez).

4.2 Dataverkenning

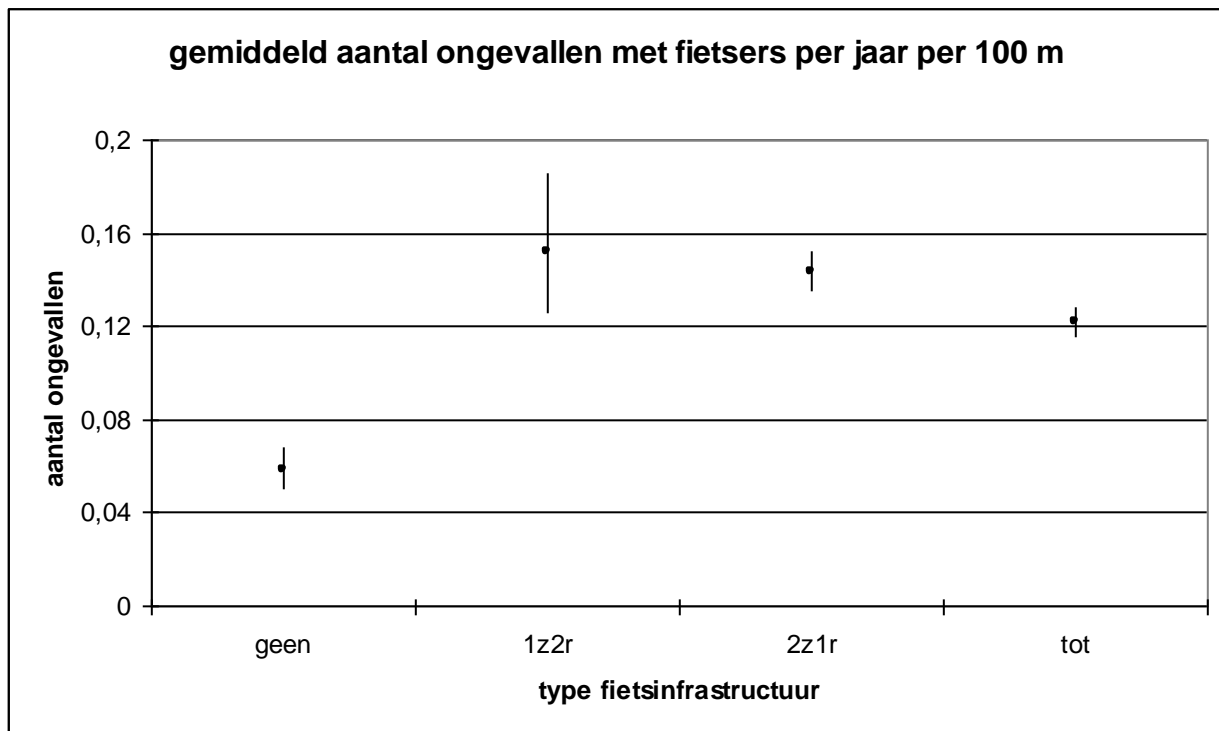
4.2.1 Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype

Het gemiddeld aantal fietsongevallen dat we bekomen voor dit databestand (dat beperkter van omvang is dan het databestand gebruikt voor de analyses uit het vorige hoofdstuk) bedraagt 0,122 [0,115 – 0,128] fietsongevallen per jaar per wegsegment van 100 m. Wanneer we kijken naar wegvakken met dubbelzijdig aangelegde enkelrichtingsfietspaden vinden we een gemiddelde van 0,143 [0,135 – 0,152]. In het geval van dubbelrichtingsfietspaden vinden we een iets hoger (maar niet significant) gemiddeld aantal fietsongevallen van 0,152 [0,125 – 0,185]. Ter vergelijking: wanneer geen fietspaden aanwezig zijn, vinden we in dit bestand een gemiddeld aantal fietsongevallen van 0,058 [0,050 – 0,068]. Het aandeel kruispuntongevallen ligt het hoogst bij dubbelrichtingsfietspaden. Tweederde (0,100/0,152) van de ongevallen op wegsecties met dubbelrichtingsfietspaden gebeurt immers ter hoogte van kruispunten. Voor de andere types is dit slechts iets meer dan de helft van de ongevallen.

De resultaten voor de gemiddelde waarde en het betrouwbaarheidsinterval per type worden samengevat in tabel 15 en grafisch in figuur 13. Zowel de waarde voor het totale aantal fietsongevallen als voor de ongevallen op wegvakken en kruispunten worden weergegeven.

Totaal	Wegvak	Kruispunt	
0,058 [0,050 – 0,068]	0,027 [0,022 – 0,034]	0,031 [0,025 – 0,039]	Geen fietspaden (2714 records)
0,152 [0,125 – 0,185]	0,052 [0,038 – 0,073]	0,100 [0,078 – 0,127]	Dubbelrichtingsfietspaden (667)
0,143 [0,135 – 0,152]	0,064 [0,059 – 0,071]	0,079 [0,072 – 0,086]	Enkelrichtingsfietspaden (6994)
0,122 [0,115 – 0,128]	0,054 [0,050 – 0,059]	0,068 [0,063 – 0,073]	Alle (10375)

Tabel 15: Gemiddeld aantal ongevallen met fietsers volgens type infrastructuur
[...] 95%-betrouwbaarheidsinterval



Figuur 13: Aantal ongevallen met fietsers in functie van het type fietsinfrastructuur

4.2.2 Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype

Hoewel wegsegmenten met dubbelrichtingsfietspaden het grootste aantal ongevallen met fietsers kennen, tellen ze gemiddeld het kleinste aantal fietsers (tabel 16). Ook het aantal motorvoertuigen is er gemiddeld lager dan op wegsegmenten met enkelrichtingsfietspaden. In de volgende stappen zullen we dan ook de invloed van beide verkeerskarakteristieken meenemen in het model waardoor hiervoor gecorrigeerd wordt.

	F	I
Geen fietspaden	369	10099
Dubbelrichtingsfietspaden	231	10814
Enkelrichtingsfietspaden	478	12467

Tabel 16: Gemiddelde fietsintensiteit F en voertuigintensiteit I volgens type infrastructuur

4.2.3 Enkele eenvoudige modellen

In eerste instantie worden een aantal eenvoudige referentiemodellen opgebouwd die enkel voertuigintensiteit (I), enkel fietsintensiteit (F) respectievelijk voertuig- en fietsintensiteit hebben als verklarende variabelen.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-7,8214} * I^{0,6137} = 4,01 * 10^{-4} * I^{0,6137} \quad (4.1)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-4,3610} * F^{0,4138} = 1,28 * 10^{-2} * F^{0,4138} \quad (4.2)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-9,6490} * I^{0,5772} * F^{0,3975} = 6,45 * 10^{-5} * I^{0,5772} * F^{0,3975} \quad (4.3)$$

Globaal vinden we dus dat het aantal ongevallen toeneemt met toenemende voertuig- en fietsintensiteiten, maar dat het risico op een ongeval afneemt voor de individuele weggebruiker (machten kleiner dan 1).

4.3 Modelresultaten

We vonden eerder dat het gemiddelde aantal fietsongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden iets (maar niet significant) hoger ligt dan het gemiddelde aantal fietsongevallen bij enkelrichtingsfietspaden. In deze sectie gaan we daar verder op in. In eerste instantie maken we een afzonderlijk model (van de vorm die we in model (4.3) hanteerden) voor de 3 onderscheiden fietspadconfiguraties (dubbelrichtingsfietspaden, enkelrichtingsfietspaden en geen fietspaden). De resultaten worden weergegeven in tabel 17. We vinden dat het aantal fietsongevallen het sterkst beïnvloed wordt door de verkeerskarakteristieken in de situatie zonder fietspaden. De invloed van de voertuigintensiteit is vergelijkbaar voor de beide situaties met fietspaden. Het aantal fietsers oefent wel een grotere invloed uit bij enkelrichtingsfietspaden in vergelijking met de dubbelrichtingsfietspaden. Niettemin ligt het aantal fietsongevallen in het bereik tot 20.000 voertuigen en 500 fietsers steeds hoger wanneer dubbelrichtingsfietspaden aanwezig zijn.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^{\beta} * F^{\gamma} \quad (4.4)$$

	α	β	γ
Dubbelrichtingsfietspaden	$3,95 \cdot 10^{-4}$	0,5070	0,2553
Enkelrichtingsfietspaden	$1,94 \cdot 10^{-4}$	0,4850	0,3616
Geen fietspaden	$2,70 \cdot 10^{-6}$	0,8002	0,5663

Tabel 17: Modelvergelijkingen model (4.4)

Een andere modelvorm om het effect van de fietspadconfiguratie te bepalen is deze waarbij de fietspadconfiguratie als een aparte verklarende variabele wordt toegevoegd aan het model (model (4.5)).

Aantal fietsongevallen=

$$e^{-9,5396 \cdot I} \cdot I^{0,5434} \cdot F^{-0,3841} \cdot e^{0,6939P(\text{dubbelrichtingsfietspad})} \cdot e^{0,3040P(\text{dubbelzijdig fietspad})} \quad (4.5a)$$

of nog

$$7,21 \cdot 10^{-5} \cdot I^{0,5434} \cdot F^{-0,3841} \cdot C_{\text{Fiets}} \quad (4.5b)$$

waarbij:

- C_{Fiets} =
- 2,002 bij een dubbelrichtingsfietspad
 - 1,355 bij dubbelzijdige enkelrichtingsfietspaden
 - 1 bij afwezigheid van fietspaden (referentie)

In sectie 4.2.1 vonden we slechts een beperkt verschil (6% meer fietsongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden). Wanneer gecontroleerd wordt voor I en F vinden we dat het aantal fietsongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden bijna 50% ($47,7\% = 2,002/1,355$) hoger ligt dan bij enkelrichtingsfietspaden.

Naast de fietspadconfiguratie spelen ook andere omgevingsfactoren een verklarende rol voor het aantal fietsongevallen. Het volledige model wordt gegeven door (4.5):

Aantal fietsongevallen=

$$e^{-8,8745 \cdot I} \cdot I^{0,4926} \cdot F^{-0,3478} \cdot e^{0,7522P(3\text{rijstroken})} \cdot e^{0,1242P(4\text{rijstroken})} \cdot e^{0,6539P(\text{bibeko})} \cdot e^{0,1792P(\text{bbmin}=\text{geen})} \cdot e^{-0,0294P(\text{bbmin}=\text{laag})} \cdot e^{-0,2500P(\text{bbmin}=\text{gemiddeld})} \cdot e^{-0,4604P(\text{morfinax}=\text{geen})} \cdot e^{-0,2125P(\text{morfinax}=\text{open})} \cdot e^{-0,0376P(\text{morfinax}=\text{half})} \cdot e^{-0,2515P(\text{geen vo\#paden})} \cdot e^{0,0712P(1\text{ voetpad})} \cdot e^{-0,0122P(\text{geen parkeerstrook})} \cdot e^{-0,4192P(1\text{ parkeerstrook})} \cdot e^{0,8208P(\text{dubbelrichtingsfietspad})} \cdot e^{0,3489P(\text{dubbelzijdig fietspad})} \cdot e^{-0,2768P(\text{nabijkomgrens})} \cdot e^{-0,3790P(\text{bewoning})} \cdot e^{-0,1469P(\text{grootschalig})} \cdot e^{-0,5571P(\text{geen})} \quad (4.5a)$$

Dit model kan eenvoudiger herschreven worden als:

$$\text{Aantal fietsongevallen} = 1,40 * 10^{-4} * I^{0,4926} * F^{0,3478} * C_{rijstr} * C_{beko} * C_{bbmin} * C_{morfm} * C_{voet} * C_{parkeer} * C_{fiets} * C_{komgrens} * C_{functie} \quad (4.5b)$$

Hierbij is:

C _{rijstr}	1	2 rijstroken	C _{parkeer}	0,988	0
	2,122 ***	3 rijstroken		0,658 ***	1
	1,132 (ns)	4 of meer rijstroken		1	2
C _{bbmin}	1	hoog	C _{functie}	0,685 ***	enkel bewoning
	0,779 ***	gemiddeld		0,864 (ns)	grootschalig
	0,971 (ns)	laag		0,573 (ns)	geen
	1,196 (ns)	geen		1	kleinschalig/menging
C _{morfm}	0,631 (ns)	geen	C _{beko}	1,922 ***	binnen bebouwde kom
	0,809 **	open		1	buiten bebouwde kom
	0,963 (ns)	halfopen	C _{komgrens}	0,758 ***	nabij komgrens
	1	gesloten		1	niet nabij komgrens
C _{voet}	0,778 ***	0	C _{fiets}	2,272 ***	dubbelrichtingsfietspad
	1,074 (ns)	1		1,417 ***	dubbelzijdig fietspad
	1	2		1	geen fietspaden

Tabel 18: Bepaling van 'correctiefactoren'; (ns: niet significant; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001)

In dit model zijn naast voertuig- en fietsintensiteit de volgende parameters opgenomen:

- het aantal rijstroken: er wordt onderscheid gemaakt tussen 2, 3, 4 of meer rijstroken. De referentiesituatie¹ is een wegsegment met 2 rijstroken. Merk nog op dat afslagstroken en ventwegen inbegrepen zijn in het aantal rijstroken.
- de bebouwingsdichtheid: hiervoor wordt gebruik gemaakt van bb_{min} . Dit is de waarde voor de bebouwingsdichtheid langs de wegzijde met de laagste bebouwingsdichtheid. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een hoge bebouwingsdichtheid (66-100%; referentiewaarde) en een gemiddelde (33-66%), lage (0-33%) of geen bebouwingsdichtheid.
- morfologisch inplantingstype: hiervoor wordt gebruik gemaakt van de maximale waarde voor het morfologisch inplantingstype langs beide wegzijden. Er wordt een vergelijking

¹ In de meeste gevallen wordt de referentiesituatie vastgelegd door het programma. Dit gebeurt alfabetisch. De correctiefactor voor deze referentiesituatie bedraagt steeds 1. De overige correctiefactoren zijn relatief ten opzichte van de referentie. De keuze van de referentiesituatie beïnvloedt de waarde van het intercept, maar de verschillen tussen de verschillende situaties blijven constant.

gemaakt tussen een dichte (gesloten) bebouwing, een halfopen bebouwing en een open bebouwing (referentie).

- het aantal voetpaden (*voetzij*): er wordt onderscheid gemaakt tussen een weg zonder voetpaden, met een voetpad langs één zijde, met voetpaden langs beide zijden van de weg (referentie).
- de fietsvoorzieningen: er wordt onderscheid gemaakt tussen dubbelrichtingsfietspaden, tweezijdige enkelrichtingsfietspaden en geen fietsvoorzieningen (referentie).
- het aantal gemarkeerde parkeerstroken: er wordt onderscheid gemaakt tussen een weg zonder gemarkeerde parkeerstroken, met een gemarkeerde parkeerstrook langs één zijde, met gemarkeerde parkeerstroken langs beide zijden van de weg (referentie).
- komgrens: deze variabele geeft aan dat het wegsegment zich nabij een bord F1/F3 bevindt. Hiermee wordt bedoeld de 200 m voor en 200 m na het bord. De referentiesituatie is de situatie waarbij het wegsegment zich niet in de directe omgeving van zulk bord bevindt.
- functies langs de weg: er wordt onderscheid gemaakt tussen bewoning, grootschalige voorzieningen en kleinschalige voorziening (lokale winkels of diensten) of een menging van bewoning en kleinschalige voorzieningen (deze beide laatste zijn niet significant verschillend en worden samen als referentiecategorie gebruikt).
- gelegen in of buiten de bebouwde kom

Andere variabelen die geen significante invloed uitoefenen zijn het snelheidsregime en de wegencategorie.

Het aantal fietsongevallen ligt nu zelfs 60% ($=2,272/1,417$) hoger wanneer dubbelrichtingsfietspaden aanwezig zijn in vergelijking tot de situatie waar enkelrichtingsfietspaden aanwezig zijn, wanneer gecontroleerd wordt voor de andere parameters.

4.3.1 *Kruispunt of wegvakongevallen*

In de vorige secties werden risicomodellen weergegeven voor het totale aantal fietsongevallen. Zoals eerder gesteld kan het voorkomen van een bepaalde fietsinfrastructuur langsheen wegsegmenten ook het aantal ongevallen op kruispunten beïnvloeden. In de literatuur (Räsänen & Summala, 1998; Van Hout & de Jong, 2006; Populer, 2006; Hyden et al, 1999) wordt aangegeven dat fietsen in de tegenrichting tot een hoger ongevalsrisico leidt. Ook de dataverkenning uit sectie 4.2.2 wijst in deze richting. In deze sectie wordt daarom nagegaan of verschillende ongevaltypes op een verschillende wijze beïnvloed worden door de aanwezigheid van dubbelrichtings- dan wel dubbelzijdige enkelrichtingsfietspaden. We beperken ons hierbij tot het onderscheid tussen kruispunt- en wegvakongevallen waarbij minstens 1 fietser is betrokken. De modelresultaten worden samengevat in een aantal tabellen.

Eerder vonden we (model (4.5)) dat dubbelrichtingsfietspaden aanleiding geven tot ongeveer 50% meer fietsongevallen. In onderstaande tabel 19 zien we dat dit vooral te wijten is aan een veel hoger aantal fietsongevallen op kruispunten (+78%). Het aandeel kruispuntongevallen is bij dubbelrichtingsfietspaden dan ook veel groter.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	7,19E-5 (***)	4,88E-5 (***)	2,82E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5434 (***)	0,5047 (**)	0,5752 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3841 (***)	0,3793 (***)	0,3881 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden	2,002 (***)	1,492 (ns)	2,442 (***)
Dubbelzijdige fietspaden	1,355 (***)	1,336 (*)	1,373 (*)
Geen fietspaden	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Ong dubbelrichting/ong enkelrichting	1,477	1,117	1,779

Tabel 19: Modelresultaten (4.5) opgesplitst naar kruispunt- en wegvakongevallen

Wanneer we ook model (4.6) opsplitsen naar wegvak- en kruispuntongevallen met fietsers vinden we onderstaande resultaten (tabel 20). Ook hier vinden we relatief veel meer kruispuntongevallen (+90%) wanneer dubbelrichtingsfietspaden aanwezig zijn.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	1,40E-4 (***)	9,41E-5 (***)	5,56E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,4926 (***)	0,4560 (***)	0,5215 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3478 (***)	0,3399 (***)	0,3539 (***)
2 rijstroken	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
3 rijstroken	2,122 (***)	2,025 (***)	2,204 (***)
4 rijstroken	1,132 (ns)	1,221 (ns)	1,069 (ns)
Geen bebouwing	1,196 (ns)	1,075 (ns)	1,306 (*)
Lage bebouwingsdichtheid	0,971 (ns)	0,874 (ns)	1,059 (ns)
Gemiddelde bebouwingsdichtheid	0,779 (***)	0,790 (*)	0,770 (*)
Hoge bebouwingsdichtheid	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Geen bebouwing	0,631 (ns)	0,733 (ns)	0,573 (ns)
Open bebouwing	0,809 (**)	0,882 (ns)	0,752 (**)
Halfopen bebouwing	0,963 (ns)	1,027 (ns)	0,914 (ns)
Gesloten bebouwing	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Tweezijdige voetpaden	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Eenzijdige voetpaden	1,074 (ns)	1,128 (ns)	1,070 (ns)
Geen voetpaden	0,778 (***)	0,799 (*)	0,763 (**)
Parkeerstrook langs beide zijden	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Parkeerstrook langs 1 zijde	0,658 (***)	0,610 (***)	0,699 (**)
Geen parkeerstroken	0,988 (ns)	0,913 (ns)	1,054 (ns)
Geen bebouwing	0,573 (ns)	0,270 (*)	0,790 (ns)
Bewoning	0,685 (***)	0,699 (***)	0,673 (***)
Kleinschalige voorziening / menging	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Grootschalige voorzieningen	0,864 (ns)	1,060 (ns)	0,710 (*)
Nabij komgrens	0,758 (***)	0,766 (*)	0,750 (**)
Niet nabij komgrens	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Binnen bebouwde kom	1,922 (***)	1,970 (***)	1,888 (***)
Buiten bebouwde kom	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Dubbelrichtingsfietspaden	2,272 (***)	1,718 (*)	2,751 (***)
Dubbelzijdige fietspaden	1,417 (***)	1,381 (*)	1,450 (**)
Geen fietspaden	1 (REF)	1 (REF)	REF
Ong dubbelrichting/ong enkelrichting	1,603	1,244	1,897

Tabel 20: Modelresultaten (4.6) opgesplitst naar kruispunt- en wegvakongevallen

4.3.2 Invloed van omgevingskenmerken

In bovenstaande modellen werd de invloed van elk van de variabelen apart bekeken. De invloed van dubbelrichtingsfietspaden kan echter verschillen in verschillende situaties. Daarom worden in deze sectie een aantal eenvoudige modellen bestudeerd waarbij, naast voertuig- en fietsintensiteit, ook kruisvariabelen worden geïntroduceerd waarbij telkens de fietspadconfiguratie-variabele is opgenomen in combinatie met een omgevingsvariabele. Achtereenvolgens wordt de invloed van de bebouwde kom, de nabijheid van de komgrens, de aanwezige voorzieningen, het bebouwingstype, de bebouwingdichtheid en de aanwezigheid van voetpaden en parkeerstroken besproken.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	2,18E-5 (***)	1,26E-5 (***)	9,70E-6 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,6384 (***)	0,6015 (***)	0,6688 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3594 (***)	0,3530 (***)	0,3646 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden bibeko	3,387 (***)	2,987 (**)	3,647 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden bubeko	1,761 (ns)	1,398 (**)	2,003 (**)
Dubbelzijdige fietspaden bibeko	2,544 (***)	2,922 (*)	2,288 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden bubeko	1,107 (ns)	1,277 (ns)	0,996 (ns)
Geen fietspaden bibeko	1,735 (*)	2,080 (ns)	1,508 (ns)
Geen fietspaden bubeko	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 21: Invloed van bebouwde kom

Buiten de bebouwde kom gebeuren relatief meer ongevallen op dubbelrichtingsfietspaden in vergelijking met enkelrichtingsfietspaden (+59% (=1,761/1,107) tegenover +33% binnen de bebouwde kom). Het aantal kruispuntongevallen is zelfs dubbel zo groot bij dubbelrichtingsfietspaden (59% groter binnen de bebouwde kom).

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	8,11E-5 (***)	5,65E-5 (***)	3,11E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5230 (***)	0,4846 (***)	0,5543 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3734 (***)	0,3680 (***)	0,3778 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden bij komgrens	1,688 (*)	1,182 (ns)	2,149 (**)
Dubbelrichtingsfietspaden niet bij grens	2,653 (***)	1,956 (**)	3,285 (***)
Dubbelzijdige fietspaden bij komgrens	1,116 (ns)	1,090 (ns)	1,141 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden niet bij grens	1,729 (***)	1,654 (**)	1,799 (***)
Geen fietspaden bij komgrens	1,493 (*)	1,375 (ns)	1,600 (*)
Geen fietspaden niet bij komgrens	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 22: Invloed van nabijheid komgrens

Dubbelrichtings- en enkelrichtingsfietspaden leiden tot gelijkaardige verhoudingen al dan niet nabij de komgrens. Dubbelrichtingsfietspaden leiden telkens tot meer fietsongevallen, waarbij het verschil meer uitgesproken is voor kruispuntongevallen.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	1,15E-4 (***)	5,47E-5 (***)	6,07E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5271 (***)	0,5217 (***)	0,5316 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3932 (***)	0,3845 (***)	0,4002 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden zonder bebouwing	0,660 (ns)	0 (ns)	1,159 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met enkel bebouwing	1,119 (ns)	0,928 (ns)	1,263 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met kleinschalige voorzieningen+menging	2,746 (***)	2,330 (*)	3,062 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met grootschalige voorzieningen	1,598 (ns)	0,744 (ns)	2,242 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden zonder bebouwing	0,449 (***)	0,214 (***)	0,623 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met enkel bebouwing	0,820 (ns)	0,847 (ns)	0,800 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met kleinschalige voorzieningen+menging	1,248 (ns)	1,312 (ns)	1,200 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met grootschalige voorzieningen	0,993 (ns)	1,329 (ns)	0,741 (ns)
Geen fietspaden zonder bebouwing	1,420 (ns)	1,632 (ns)	1,257 (ns)
Geen fietspaden met enkel bebouwing	0,5640 (***)	0,653 (ns)	0,496 (**)
Geen fietspaden met kleinschalige voorzieningen+menging	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Geen fietspaden met grootschalige voorzieningen	0,700 (ns)	0,486 (ns)	0,864 (ns)

Tabel 23: Invloed van de aanwezige voorzieningen

Wanneer er kleinschalige voorzieningen (al dan niet gemengd met bebouwing) aanwezig zijn leiden dubbelrichtingsfietspaden tot een relatief groter aantal fietsongevallen. Bij grootschalige voorzieningen geven ze dan weer aanleiding tot een relatief groter aantal kruispuntongevallen met fietsers. Op wegsecties waar enkel bebouwing aanwezig is, is het verschil tussen dubbel- en enkelrichtingsfietspaden het kleinst.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	5,50E-5 (***)	3,68E-5 (***)	2,16E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5870 (***)	0,5600 (***)	0,6092 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3733 (***)	0,3678 (***)	0,3780 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden zonder bebouwing	0,767 (ns)	0 (ns)	1,548 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met open bebouwing	1,804 (**)	1,094 (ns)	2,534 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met halfopen bebouwing	2,730 (***)	2,270 (*)	3,203 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met gesloten bebouwing	1,543 (*)	1,035 (ns)	2,064 (**)
Dubbelzijdige fietspaden zonder bebouwing	0,528 (**)	0,262 (**)	0,790 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met open bebouwing	0,940 (ns)	0,914 (ns)	0,968 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met halfopen bebouwing	1,260 (ns)	1,157 (ns)	1,367 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met gesloten bebouwing	1,693 (***)	1,469 (*)	1,922 (***)
Geen fietspaden zonder bebouwing	2,725 (**)	2,097 (ns)	3,384 (*)
Geen fietspaden met open bebouwing	0,738 (ns)	0,622 (ns)	0,858 (ns)
Geen fietspaden met halfopen bebouwing	0,968 (ns)	0,857 (ns)	1,083 (ns)
Geen fietspaden met gesloten bebouwing	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 24: Invloed van bebouwingstype

Dubbelrichtingsfietspaden scoren relatief het slechtst qua totale aantal fietsongevallen bij halfopen bebouwing (meer dan dubbel zoveel fietsongevallen dan bij enkelrichtingsfietspaden). Met betrekking tot kruispuntongevallen scoren dubbelrichtingsfietspaden relatief het slechtst bij open bebouwing. Bij gesloten bebouwing lijken dubbelrichtingsfietspaden zelfs iets veiliger dan enkelrichtingsfietspaden (hoewel de verschillen beperkt zijn). In elk van de situaties gebeuren er wel steeds relatief meer kruispuntongevallen dan wegvakongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	6,69E-5 (***)	4,76E-5 (***)	2,49E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5452 (***)	0,5120 (***)	0,5722 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3865 (***)	0,3868 (***)	0,3863 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden zonder bebouwing	2,293 (***)	0,796 (ns)	3,941 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met lage bebouwingsgraad	2,079 (**)	1,273 (ns)	2,964 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met gemiddelde bebouwingsgraad	1,803 (*)	1,627 (ns)	1,997 (*)
Dubbelrichtingsfietspaden met hoge bebouwingsgraad	2,335 (**)	1,895 (ns)	2,819 (**)
Dubbelzijdige fietspaden zonder bebouwing	1,177 (ns)	0,922 (ns)	1,455 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met lage bebouwingsgraad	1,118 (ns)	0,962 (ns)	1,290 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met gemiddelde bebouwingsgraad	1,292 (ns)	1,148 (ns)	1,452 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met hoge bebouwingsgraad	1,893 (***)	1,683 (*)	2,126 (**)
Geen fietspaden zonder bebouwing	1,224 (ns)	1,119 (ns)	1,337 (ns)
Geen fietspaden met lage bebouwingsgraad	1,374 (ns)	0,961 (ns)	1,830 (*)
Geen fietspaden met gemiddelde bebouwingsgraad	0,822 (ns)	0,779 (ns)	0,868 (ns)
Geen fietspaden met hoge bebouwingsgraad	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 25: Invloed van bebouwingsdichtheid

Bij toenemende bebouwingsdichtheid wordt het verschil tussen dubbel- en enkelrichtingsfietspaden kleiner, waarbij dubbelrichtingsfietspaden toch nog steeds een groter aantal fietsongevallen laten optekenen. Bij lage bebouwingsdichtheden is het aandeel kruispuntongevallen ook steeds relatief groter bij dubbelrichtingsfietspaden.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	8,88E-5 (***)	6,52E-5 (***)	3,25E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5405 (***)	0,4949 (***)	0,5781 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3928 (***)	0,3923 (***)	0,3933 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden zonder voetpaden	0,977 (ns)	0,567 (ns)	1,357 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met eenzijdig voetpad	1,973 (**)	1,327 (ns)	2,568 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden met dubbelzijdig voetpad	2,935 (***)	2,577 (**)	3,271 (***)
Dubbelzijdige fietspaden zonder voetpaden	0,802 (ns)	0,773 (ns)	0,830 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met eenzijdig voetpad	1,290 (ns)	1,210 (ns)	1,366 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met dubbelzijdig voetpad	1,250 (ns)	1,181 (ns)	1,315 (ns)
Geen fietspaden zonder voetpaden	0,601 (**)	0,494 (*)	0,702 (ns)
Geen fietspaden met eenzijdig voetpad	0,648 (ns)	0,725 (ns)	0,578 (ns)
Geen fietspaden met tweezijdig voetpad	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 26: Invloed van de aanwezigheid van voetpaden

Dubbelrichtingsfietspaden worden ten opzichte van enkelrichtingsfietspaden relatief onveiliger wanneer langs weerszijden van de weg voetpaden aanwezig zijn.

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	1,01E-4 (***)	7,34E-5 (***)	3,71E-5 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,5332 (***)	0,4874 (***)	0,5709 (***)
Fietsintensiteit (macht)	0,3669 (***)	0,3571 (***)	0,3750 (***)
Dubbelrichtingsfietspaden zonder parkeerstrook	1,550 (ns)	1,111 (ns)	1,915 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met eenzijdige parkeerstrook	1,511 (ns)	0,919 (ns)	2,011 (ns)
Dubbelrichtingsfietspaden met dubbelzijdige parkeerstroken	3,634 (***)	3,961 (**)	3,359 (**)
Dubbelzijdige fietspaden zonder parkeerstrook	1,158 (ns)	1,117 (ns)	1,194 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met eenzijdige parkeerstrook	0,873 (ns)	0,856 (ns)	0,888 (ns)
Dubbelzijdige fietspaden met dubbelzijdige parkeerstroken	1,356 (ns)	1,440 (ns)	1,289 (ns)
Geen fietspaden zonder parkeerstrook	0,901 (ns)	0,891 (ns)	0,910 (ns)
Geen fietspaden met eenzijdige parkeerstrook	0,560 (ns)	0,686 (ns)	0,455 (ns)
Geen fietspaden met tweezijdige parkeerstroken	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 27: Invloed van de aanwezigheid van parkeervoorzieningen

Dubbelrichtingsfietspaden worden ten opzichte van enkelrichtingsfietspaden relatief onveiliger wanneer langs weerszijden van de weg parkeerstroken aanwezig zijn.

4.4 Bespreking

De analyses tonen duidelijk aan dat dubbelrichtingsfietspaden onder dezelfde omstandigheden aanleiding geven tot een hoger aantal fietsongevallen in vergelijking met enkelrichtingsfietspaden. Vooral ter hoogte van kruispunten is dit verschil zeer uitgesproken. Deze resultaten liggen in lijn met eerdere studies. Wachtel en Lewiston (1994) vonden, op basis van een diepte-analyse van auto-fietsongevallen in Palo Alto, Californië, dat fietsers die tegen de richting in fietsen een risico op een ongeval lopen dat ongeveer 3,6 keer zo groot is dan fietsers die in de gewone richting fietsen. Ook andere auteurs vonden dat fietsen in tegenrichting tot een aanzienlijk aantal ongevallen leidt (Van Hout & de Jong, 2006; Populer, 2006; Hyden et al, 1999). Schepers & de Waard (2010) vonden eveneens een duidelijk verband tussen het aantal langsongevallen met fietsers en het type fietsvoorziening. Op kruispunten met enkelrichtingsfietspaden is de kans op langsongevallen het kleinst. Dubbelrichtingsfietspaden doen het veel slechter. De kans dat een fietser op een kruispunt wordt aangereden door een auto op de zijweg is ongeveer 2 keer zo groot in vergelijking met een fietser op een enkelrichtingsfietspad.

Langs wegvakken met (half)open bebouwing of lage bebouwingsdichtheid en buiten de bebouwde kom (parameters die ook onderling samenhangen) vinden we – ten opzichte van enkelrichtingsfietspaden – relatief meer fietsongevallen. Ook in aanwezigheid van klein- en grootschalige voorzieningen is het oppassen geblazen met dubbelrichtingsfietspaden. Bij (half)open bebouwing zijn er vergeleken met gesloten bebouwing mogelijk meer (particuliere) inritten en dus meer conflictpunten ondanks het kleinere aantal gebouwen. Buiten de bebouwde kom verwacht men wel minder zijstraten en minder manoeuvres. Een mogelijke verklaring ligt bij de sterkere overtuiging dat dubbelrichtingsfietspaden binnen de bebouwde kom meestal onverantwoord zijn. Daarom zullen dergelijke fietspaden minder snel aangelegd worden tenzij er overtuigende redenen zijn om het toch te doen. De aanleg buiten de bebouwde kom is mogelijk gebeurd, zonder duidelijke motivering dat dit tot een veilige oplossing leidt – ‘buiten de bebouwde kom zijn de mogelijke problemen toch minder groot’. Dit heeft er misschien toe geleid dat dubbelrichtingsfietspaden toch aangelegd zijn op locaties die er minder voor geschikt zijn, of er is onvoldoende aandacht besteed aan mogelijke conflictpunten. Deze hypothese kan binnen het kader van dit onderzoek evenwel niet getoetst worden.

Räsänen en Summala (1998) halen twee gedragingen aan die het hogere risico op ongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden verklaren. Autobestuurders richten hun aandacht vaak op de – voor de fietsers die gebruik maken van dubbelrichtingsfietspaden – verkeerde plaatsen. Zij richten hun aandacht immers op die locaties waar zij verkeer verwachten en niet op de fietsers die uit een voor hen onverwachte richting komen. Anderzijds vertonen ook de fietsers verkeerde verwachtingen. Zij gaan er vaak van uit dat de bestuurder hen wel gezien heeft en voorrang zal verlenen. Ook Schepers & de Waard (2010) halen de kijkstrategie van automobilisten aan als reden. Zeker als ze vanuit de zijweg rechtsaf slaan kijken ze vaak enkel naar links (recent onderzoek toont aan dat 27% van de automobilisten niet naar rechts kijkt, bovendien kijkt driekwart van de fietsers de zijstraat niet in wanneer een auto nadert).

Schepers & de Waard (2010) halen trouwens nog een heel andere reden aan voor het hogere aantal ongevallen bij dubbelrichtingsfietspaden. Een aanzienlijk deel van de fietsongevallen blijken immers ook aanrijdingen tussen fietsers onderling of tussen fietsers en bromfietzers.

Binnen deze studie kan geen uitspraak gedaan worden over geschikte oplossingen. In de internationale literatuur worden echter wel een aantal aanbevelingen gedaan met betrekking tot de aanleg van dubbelrichtingsfietspaden. Aangezien dubbelrichtingsfietspaden minder veilig zijn dan enkelrichtingsfietspaden en dan vooral bij kruisingen, stellen Jensen et al (2000) dat dubbelrichtingsfietspaden vermeden moeten worden langs wegen met een groot aantal zijstraten of inritten. Indien toch voor een dubbelrichtingsfietspad gekozen wordt, wordt dit

best aangelegd langs de zijde met de minste inritten en kruispunten. Hyden et al (1999) stellen bovendien dat er dan steeds speciale voorzieningen moeten getroffen worden nabij kruispunten, onder meer een verhoogde aanleg. Deze aanbevelingen vinden we terug in het Vademecum Fietsvoorzieningen. Schepers & de Waard (2010) stellen trouwens ook dat in een aantal situaties dubbelrichtingsfietspaden veiliger kunnen zijn dan enkelrichtingsfietspaden. Veel hangt hierbij af van de plaatselijke situatie. Door de aanleg van dubbelrichtingsfietspaden kan in bepaalde gevallen immers voorkomen worden dat veel fietsers tweemaal een drukke weg moeten oversteken. Soms wordt de route voor fietsers in dat geval ook veel korter en logischer. Wanneer dan enkelrichtingsfietspaden worden aangelegd, zullen mogelijk heel wat fietser op een onwettige manier toch tegen het verkeer in over het enkelrichtingsfietspad, dat daar niet op voorzien is, fietsen en dat is dan nog gevaarlijker. Bij een keuze voor dubbelrichtingsfietspaden vergt de vormgeving van het kruispunt extra aandacht. Uit onderzoek (Schepers & de Waard, 2010) blijkt dat de aanleg van een drempel op de zijweg of uitritconstructie het aantal langsongevallen bijna halveert. Een rode kleur draagt daarentegen niet bij tot een verbetering. Een waarschuwingsbord (met fiets en 2 pijlen) werkt dan beter.

5. PARKEREN EN FIETSPADEN

De derde en laatste vraag die in dit onderzoek wordt behandeld, gaat over de veiligheid van parkeerstroken langs fietspaden. Meer concreet wordt nagegaan in welke parkeerconfiguratie het grootste aantal fietsongevallen wordt vastgesteld: wanneer de parkeerstrook wordt aangelegd aan de buitenzijde van de fietsvoorziening (achterliggende parkeerstroken) dan wel wanneer de parkeerstrook tussen rijbaan en fietspad wordt aangelegd (achterliggende parkeerstroken). Er wordt eveneens onderzocht onder welke omgevingsomstandigheden ze (relatief) betere dan wel slechtere resultaten opleveren.

5.1 Het Vademecum

In het Vademecum Fietsvoorzieningen (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2002) wordt eveneens aandacht besteed aan de positie van fietsvoorziening ten opzichte van parkeervoorziening. Dit hangt trouwens nauw samen met de problematiek van aanliggende of vrijliggende fietsvoorzieningen in centrumgebieden. Beide configuraties hebben voor- en nadelen. De belangrijkste voordelen bij tussenliggende parkeerstroken zijn:

- fietsers worden niet gehinderd door parkeermanoeuvres
- geen conflicten met openslaande deuren chauffeurszijde
- betere scheiding van het gemotoriseerde verkeer op wegvakken
- smaller wegbeeld met lagere snelheden tot gevolg
- een grote zone voor langzaam verkeer.

Nadelen zijn dan weer dat fietsers minder zichtbaar zijn voor het verkeer op de rijbaan en het optreden van mogelijke conflicten met voetgangers. Bovendien vermindert de oversteekbaarheid van de rijweg voor de fietsers (oversteken tussen rij auto's).

De voordelen van een achterliggende parkeerstrook zijn:

- geen conflicten met openslaande deuren passagierszijde (gebeurt frequent want passagiers verwachten zich niet aan fietsers), op te lossen door veiligheidsstrook te voorzien
- fietser beter in het zicht van het verkeer op de hoofdweg
- meer flexibiliteit voor het bereiken van bestemmingen aan de overzijde (fietsers moeten niet van tussen de geparkeerde voertuigen oversteken)
- geen conflicten met voetgangers
- meer flexibiliteit in noodsituaties (hulpdiensten)

Ook hier zijn echter een aantal nadelen op te sommen. Door de aanliggende fietspaden ontstaat een breder wegbeeld waardoor mogelijk sneller zal gereden worden. De zichtbaarheid van fietsers voor verkeer uit zijstraten en van opritten (en omgekeerd van het verkeer uit die zijstraten op de fietsers) is beperkt. Tenlotte bestaat een risico dat de fietser gehinderd wordt door parkeermanoeuvres en dat de fietsvoorziening wordt misbruikt voor dubbelparkeren.

Om problemen met openslaande portieren te voorkomen stelt men in het Vademecum voor om, in beide configuraties, een veiligheidsstrook te voorzien tussen fietspad en parkeerstrook van minimaal 50 cm. Bij ruimtegebrek geniet een smaller fietspad van 1,50 meter met een veiligheidsstrook van 50 cm de voorkeur boven een breder fietspad van 2 meter maar zonder tussenmarge.

5.2 Datakarakteristieken

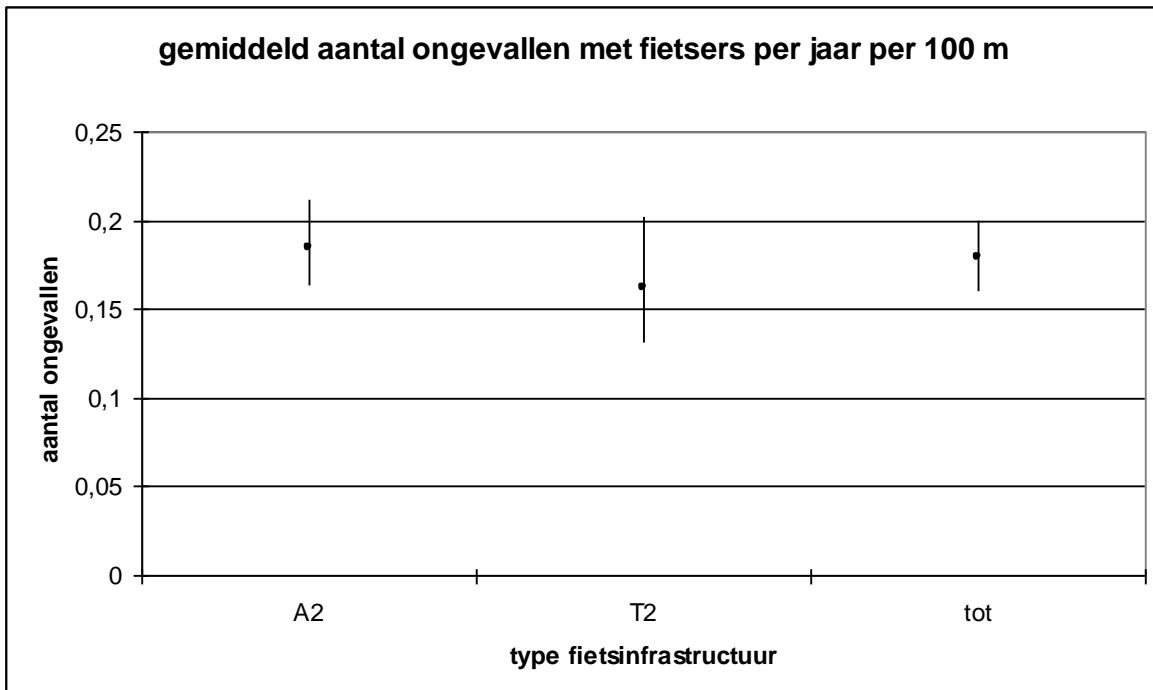
5.2.1 Gemiddeld aantal ongevallen in functie van infrastructuurtype

Op basis van het gehanteerde databestand vinden we een gemiddeld aantal fietsongevallen van 0,179 [0,160 – 0,200] (tabel 28). Het aantal wegvakongevallen met fietsers bedraagt gemiddeld 0,086 [0,073 – 0,101], terwijl we op kruispunten een gemiddelde vinden van 0,093 [0,080 – 0,108].

In de situatie waarbij de parkeerstrook zich achter het fietspad bevindt (A2), vinden we 0,185 [0,163 – 0,211] fietsongevallen met 0,088 [0,073 – 0,106] op wegvakken en 0,097 [0,082 – 0,116] op kruispunten. Wanneer de parkeerstrook is aangelegd tussen rijbaan en fietspad (T2) vinden we respectievelijk 0,162 [0,131 – 0,202], 0,081 [0,060 – 0,110] en 0,081 [0,060 – 0,110]. We vinden voor dit bestand dus een iets groter aandeel kruispuntongevallen wanneer de parkeerstrook is aangelegd achter het fietspad. De verschillen zijn echter niet significant.

Totaal	Wegvak	Kruispunt	
0,185 [0,163 – 0,211]	0,088 [0,073 – 0,106]	0,097 [0,082 – 0,116]	Achterliggende parkeerstroken (A2) (1273 records)
0,162 [0,131 – 0,202]	0,081 [0,060 – 0,110]	0,081 [0,060 – 0,110]	Tussenliggende parkeerstroken (T2) (505 rec.)
0,179 [0,160 – 0,200]	0,086 [0,073 – 0,101]	0,093 [0,080 – 0,108]	Alle (1778 rec.)

Tabel 28: Gemiddeld aantal ongevallen met fietsers volgens type infrastructuur
[...] 95%-betrouwbaarheidsinterval



Figuur 14: Aantal ongevallen met fietsers in functie van het type fietsinfrastructuur

5.2.2 Gemiddelde voertuig- en fietsintensiteit per infrastructuurtype

Nadere analyse van het databestand leert ons dat wegsegmenten met achterliggende parkeerstroken een gemiddeld lagere voertuigintensiteit hebben (tabel 29) in vergelijking met wegsegmenten met tussenliggende parkeerstroken. Het gemiddelde aantal fietsers is dan weer vergelijkbaar.

	F	I
Achterliggende parkeerstroken (A2)	13201	451
Tussenliggende parkeerstroken (T2)	18252	488

Tabel 29: Gemiddelde fietsintensiteit F en voertuigintensiteit I volgens type infrastructuur

5.2.3 Enkele eenvoudige modellen

In eerste instantie worden, zoals in de vorige delen, een aantal eenvoudige referentiemodellen opgebouwd die enkel voertuigintensiteit (I), fietsintensiteit (F) respectievelijk voertuig- en fietsintensiteit (F) hebben als verklarende variabelen.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-4,4160} * I^{0,6538} = 1,21 * 10^{-2} * I^{0,6538} \quad (5.1)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-4,0847} * F^{0,9301} = 1,68 * 10^{-2} * F^{0,9301} \quad (5.2)$$

$$\text{Aantal fietsongevallen} = e^{-6,5208} * I^{0,5908} * F^{0,9300} = 1,47 * 10^{-3} * I^{0,5908} * F^{0,9300} \quad (5.3)$$

Voor het beschouwde bestand vinden we dat het aantal fietsongevallen ongeveer evenredig varieert met de fietsintensiteit. Bij toenemende voertuigintensiteiten neemt het aantal fietsongevallen minder toe.

5.3 Modelresultaten

5.3.1 Model met verkeers- en omgevingskarakteristieken

Wanneer we model (5.1) opsplitsen per beschouwde configuratie vinden we zeer uiteenlopende resultaten (model (5.4), tabel 30). De waarden α en β zijn hier afhankelijk van de parkeerconfiguratie. We zien dat de invloed van de voertuigintensiteit op de weg slechts een beperkte rol speelt wanneer de parkeerstrook zich achter de fietsvoorziening bevindt. Wanneer de parkeerstrook zich tussen rijbaan en fietspad bevindt, vinden we dat de voertuigintensiteit juist veel sterker doorweegt.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^\beta \quad (5.4)$$

	α	β
achterliggende parkeerstroken (A2)	$2,38 \cdot 10^{-2}$	0,5030
tussenliggende parkeerstroken (T2)	$4,67 \cdot 10^{-4}$	1,3835

Tabel 30: Modelvergelijkingen model (5.4)

In model (5.5) wordt vervolgens de invloed van het aantal fietsers bestudeerd. Hier vinden we dat het aantal fietsongevallen sterk beïnvloed wordt door het aantal fietsers wanneer de parkeerstrook achter het fietspad is aangelegd. Wanneer de parkeerstrook zich tussen de rijbaan en het fietspad bevindt, is de invloed van het aantal fietsers gering.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * F^{\gamma} \quad (5.5)$$

	α	γ
achterliggende parkeerstroken (A2)	$1,01 \cdot 10^{-2}$	1,1567
tussenliggende parkeerstroken (T2)	$9,06 \cdot 10^{-2}$	0,2250

Tabel 31: Modelvergelijkingen model (5.5)

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^{\beta} * F^{\gamma} \quad (5.6)$$

	α	β	γ
achterliggende parkeerstroken (A2)	$8,80 \cdot 10^{-4}$	0,5834	1,1791
tussenliggende parkeerstroken (T2)	$3,22 \cdot 10^{-4}$	1,3537	0,1915

Tabel 32: Modelvergelijkingen model (5.6)

Bij het model waarbij zowel voertuig- als fietsintensiteit zijn opgenomen liggen de berekende parameters in de lijn van de parameters die we vinden voor beide afzonderlijke modellen. Een alternatieve vorm² wordt gegeven in model (5.7). De machten bij voertuig- en fietsintensiteit zijn hier onafhankelijk gesteld van de configuratie van fietspad en parkeerstrook. In dit geval vinden we dat het aantal fietsongevallen gemiddeld 46% lager is wanneer de parkeerstroken zijn aangelegd tussen rijbaan en fietspad. Op basis van model (5.7) is de situatie met tussenliggende parkeerstroken steeds veiliger dan met achterliggende fietsstroken. Op basis van model (5.6) zal de verhouding van het aantal fietsongevallen in beide configuraties ook fluctueren met voertuig- en fietsintensiteiten. In dit geval vinden we dat achterliggende parkeerstroken gunstiger resultaten bij hogere voertuig- en lagere fietsintensiteiten.

² Het gebruik van verschillende modelvormen kan bijdragen tot een verbeterd inzicht in de factoren die een rol spelen. In dit specifiek model wordt de invloed van de parkeerconfiguratie geplaatst ten opzichte van de gemiddelde rol van I en F. Door het gebruik van kruisvariabelen wordt de gemiddelde invloed opgesplitst naar de onderscheiden situaties.

Aantal fietsongevallen=

$$4,14 * 10^{-4} * I^{0,7897} * F^{0,9974} * C_P \quad (5.7)$$

waarbij:

C_P	
1,464 (**)	A2
1 (REF)	T2

Tabel 33: Bepaling van 'correctiefactoren' model (5.7); (ns: niet significant; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001)

Model (5.8) bouwt verder op het vorige model. Naast de parkeerconfiguratie worden ook de aanwezigheid van bepaalde commerciële functies (functie), de ligging binnen of buiten de bebouwde kom (bibeko), het aantal rijstroken (rijstr), het morfologisch inplantingstype (morf) en de bebouwingsdichtheid (bb) toegevoegd. Al deze variabelen leveren een significante bijdrage aan het model. De resultaten voor de correctiefactoren worden weergegeven in tabel 34. Na correctie voor alle opgenomen factoren zien we dat achterliggende parkeerstroken ongeveer 37% meer fietsongevallen met zich meebrengen.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = 5,42 * 10^{-4} * I^{0,8041} * F^{0,8016} * C_P * C_{\text{functie}} * C_{\text{bibeko}} * C_{\text{rijstr}} * C_{\text{morf}} * C_{\text{bb}} \quad (5.8)$$

Hierbij is:

C _P	1,366 *	A2	C _{morf}	0,769 (ns)	open
C _{functie}	1 (REF)	T2		0,683 *	halfopen
	0,251 **	geen	C _{bb}	1 (REF)	gesloten bebouwing
	0,589 ***	bw		1,750 **	geen
	1 (REF)	kvm		0,980 (ns)	0-33%
C _{bibeko}	0,620 *	gv		1,074 (ns)	33-66%
	2,031 ***	bibeko		1 (REF)	66-100%
	1 (REF)	bubeko			
C _{rijstr}	1 (REF)	2 rijstroken			
	2,499 ***	3 rijstroken			
	1,045 (ns)	4 rijstroken			

Tabel 34: Bepaling van 'correctiefactoren' model (5.8); (ns: niet significant; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001; REF: referentiesituatie)

In plaats van 1 globaal model, waar de parkeerconfiguratie 1 van de variabelen is (cfr. modellen (5.7) en (5.8)), kunnen we ook 2 aparte modellen maken (1 per parkeerconfiguratie, door parkeerconfiguratie steeds te kruisen met de andere opgenomen variabelen). Een nadeel

hiervan is dat de situaties met achterliggende dan wel tussenliggende parkeerstroken minder goed 'op het zicht' te vergelijken zijn. Een voordeel is dan weer dat een model wordt opgebouwd dat een meer homogene situatie beschrijft. De afzonderlijke modellen worden algemeen beschreven via de modelvorm (5.9) waarbij alle parameters afhankelijk zijn van de parkeerconfiguratie.

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^\beta * F^\gamma * C_{\text{functie}} * C_{\text{bibeko}} * C_{\text{rijstr}} * C_{\text{morf}} * C_{\text{bb}} \quad (5.9)$$

		A2	T2
	α	$2,51 * 10^{-5}$	$5,63 * 10^{-4}$
	β	1,4037 ***	1,2051 *
	γ	1,0158 ***	0,3895 (ns)
C_{bibeko}	bibeko	2,87 ***	1,001 (ns)
	bubeko	1 (REF)	1 (REF)
C_{morf}	geen	0,037 *	1,427 (ns)
	open	0,459 ***	1,006 (ns)
	halfopen	0,738 (ns)	0,641 (ns)
	gesloten	1 (REF)	1 (REF)
C_{functie}	geen	1	1
	bewoning	0,604 **	0,627 (ns)
	kleinschalig+menging	1 (REF)	1 (REF)
	grootschalig	0,899 (ns)	0,765 (ns)
C_{bb}	geen	2,740 ***	0,230 (ns)
	0-33%	1,246 (ns)	0,629 (ns)
	33-66%	1,268 (ns)	0,678 (ns)
	66-100%	1 (REF)	1 (REF)
C_{rijstr}	2 rijstroken	1 (REF)	1 (REF)
	3 rijstroken	2,897 **	1,722 (ns)
	4 rijstroken	0,584 *	1,259 (ns)

Tabel 35: Modelresultaten (5.9)

In het geval van tussenliggende parkeerstroken vinden we slechts een zeer beperkt aantal significante waarden (enkel I, F en de parkeerconfiguratie). Omgevingsfactoren lijken hier dus slechts een beperkte rol te spelen. Bij achterliggende parkeerstroken zijn alle variabelen die ook in model (5.8) opgenomen werden, ook significant in dit deelmodel. Het aantal fietsongevallen is bij deze configuratie dan ook meer afhankelijk van de omgevingskenmerken. Het valt op dat, wanneer de parkeerstrook langs de buitenzijde van de fietsvoorziening is

aangelegd, het aantal ongevallen binnen de bebouwde kom veel groter is dan buiten de bebouwde kom. Dit verschil vinden we niet wanneer de parkeerstrook tussen rijbaan en fietspad is aangelegd. Bij achterliggende parkeerstroken neemt het aantal fietsongevallen bovendien toe naarmate de bebouwing meer gesloten is (parameter C_{morf}). Het aantal fietsongevallen neemt dan weer af bij toenemende bebouwingsdichtheid (parameter bb). Globaal zien we bij achterliggende parkeerstroken toch een relatief groter aantal fietsongevallen naarmate de bebouwing dichter en meer gesloten wordt (waarbij we er van uitgaan dat een gesloten bebouwing vaker voorkomt in combinatie met een hoge bebouwingsdichtheid). In dat geval lijkt het grotere aantal conflicten tijdens parkeer manoeuvres te overwegen op de conflicten die ontstaan door de beperkte zichtbaarheid vanuit zijstraten en opritten bij tussenliggende parkeerstroken.

5.3.2 *Kruispunt of wegvakongevallen*

In het vorige hoofdstuk zagen we dat het nadelige effect van dubbelrichtingsfietspaden veel meer uitgesproken was voor kruispuntongevallen. In deze sectie gaan we analoog na in hoeverre kruispuntongevallen met fietsers anders beïnvloed worden dan wegvakongevallen in functie van de parkeerconfiguratie. We vertrekken hierbij van het model (5.8)

Parameter	Fietsongevallen		
	Alle	Wegvak	Kruispunt
Constante	5,42E-4 (***)	1,90E-3 (***)	4,79E-4 (***)
Voertuigintensiteit (macht)	0,8041 (***)	0,3301 (ns)	0,7418 (ns)
Fietsintensiteit (macht)	0,8016 (***)	1,0046 (***)	0,6209 (**)
2 rijstroken	1 (REF)		1 (REF)
3 rijstroken	2,499 (***)		2,870 (**)
4 rijstroken	1,045 (ns)		1,478 (ns)
Open bebouwing	0,769 (ns)		0,820 (ns)
Halfopen bebouwing	0,683 (*)		0,565 (*)
Gesloten bebouwing	1 (REF)		1 (REF)
Geen bebouwing	0,251 (**)	0,100 (*)	0,509 (ns)
Bewoning	0,589 (***)	0,626 (*)	0,592 (**)
Kleinschalige voorziening / menging	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)
Grootschalige voorzieningen	0,620 (*)	0,684 (ns)	0,343 (**)
Geen bebouwing	1,750 (**)	1,770 (*)	
0-33% bebouwd	0,980 (ns)	0,691 (ns)	
33-66% bebouwd	1,074 (ns)	1,011 (ns)	
66-100% bebouwd	1 (REF)	1 (REF)	
Binnen bebouwde kom	2,031 (***)		3,021 (***)
Buiten bebouwde kom	1 (REF)		1 (REF)
Nabij komgrens			0,620 (*)
Niet nabij komgrens			1 (REF)
A2	1,366 (*)	1,313 (ns)	1,350 (ns)
T2	1 (REF)	1 (REF)	1 (REF)

Tabel 36: Vergelijking modelresultaten kruispunt- en wegvakongevallen

De invloed van de parkeerconfiguratie op het aandeel kruispuntongevallen is verwaarloosbaar. Het aandeel kruispuntongevallen is in beide situaties immers vergelijkbaar. Op basis van deze studie kan geen uitspraak gedaan worden over de invloed die specifieke kruispuntoplossingen uitoefenen op het aantal ongevallen. Deze detailgegevens ontbreken immers. Beide opstellingen hebben dan ook elk hun voor- en nadelen, zowel bij kruispunten als op wegvakken. Mogelijk is er wel een verschil in de aard van de optredende ongevallen. Dit kan op basis van de gehanteerde dataset echter niet nagegaan worden.

5.3.3 Invloed van omstandigheden

Uit de modellen (5.4), (5.5) en (5.6) blijkt dat er toch wel wat verschillen zijn tussen de verschillende parkeerconfiguraties. Uit model (5.8) volgt dan weer dat heel wat parameters eveneens een rol spelen bij het bepalen van het aantal fietsongevallen. In deze sectie gaan we daarom na hoe het gemiddelde aantal fietsongevallen varieert in functie van de parkeerconfiguratie en bepaalde omstandigheden. Hiertoe wordt telkens een eenvoudig model opgebouwd waarbij de parkeerconfiguratie gekoppeld wordt aan de beschouwde omgevingskarakteristiek. De resultaten worden telkens weergegeven in tabelvorm.

Invloed van bebouwde kom

	fietsong		fwegvong		fkrpong	
	bibeko	bubeko	bibeko	bubeko	bibeko	bubeko
A2	0,245	0,056	0,113	0,034	0,132	0,022
T2	0,176	0,147	0,075	0,088	0,101	0,058

Tabel 37: Invloed van de bebouwde kom op het gemiddelde aantal fietsongevallen per parkeerconfiguratie

Binnen de bebouwde kom gebeuren er gemiddeld meer fietsongevallen wanneer de parkeerstrook achter (of langs de buitenzijde van) de fietsvoorziening is aangelegd. Buiten de bebouwde kom gebeuren er gemiddeld net meer fietsongevallen wanneer de parkeerstrook tussen rijbaan en fietspad is aangelegd. Bij tussenliggende parkeerstroken zijn de verschillen tussen binnen dan wel buiten de bebouwde kom veel beperkter dan bij achterliggende parkeerstroken. Achterliggende parkeerstroken lijken dus maar aangewezen wanneer het aantal parkeerbewegingen beperkt blijft (zoals buiten de bebouwde kom).

Binnen de bebouwde kom is het aandeel kruispuntongevallen met fietsers aanzienlijk groter dan buiten de bebouwde kom. De verschillen tussen beide parkeerconfiguraties zijn hierbij wel beperkt, hoewel het aandeel kruispuntongevallen toch iets hoger ligt bij tussenliggende parkeerstroken (57% tegenover 54%).

Invloed van het bebouwingstype

	geen	open bebouwing	halfopen bebouwing	gesloten bebouwing
A2	0,042	0,086	0,129	0,256
T2	0,074	0,185	0,153	0,167

Tabel 38: Invloed van het bebouwingstype op het gemiddelde aantal fietsongevallen per parkeerconfiguratie

Bij toenemende geslotenheid neemt het aantal fietsongevallen bij achterliggende parkeerstroken systematisch toe, bij tussenliggende parkeerstroken is dit veel minder het geval. Bij toenemende geslotenheid van de bebouwing zal waarschijnlijk de parkeerbezetting van de parkeerstroken toenemen. In het geval van achterliggende parkeerstroken levert dit meer zichtbeperkingen op voor het verkeer dat de (hoofd)baan wil oprijden. Hun aandacht zal in de eerste plaats liggen bij het autoverkeer. Bij tussenliggende parkeerstroken bestaat er een risico dat afslaande voertuigen de fietsers over het hoofd zien. Zij kunnen hun aandacht

echter meer naar deze situatie richten aangezien zij minder aandacht nodig hebben voor het verkeer in de zijstraten.

Invloed van de aanwezige functies

	geen	bewoning	kleinschalige voorzieningen	grootschalige voorzieningen
A2	0,042	0,174	0,256	0,093
T2	0,074	0,121	0,230	0,152

Tabel 39: Invloed van de aanwezige functies op het gemiddelde aantal fietsongevallen per parkeerconfiguratie

Zowel achterliggende als tussenliggende parkeerstroken leiden tot het grootste aantal fietsongevallen wanneer kleinschalige voorzieningen (al dan niet gemengd met bewoning) aanwezig zijn. Nabij grootschalige voorzieningen gebeuren meer ongevallen bij tussenliggende parkeerstroken, bij bewoning gebeuren er dan weer meer wanneer achterliggende parkeerstroken aanwezig zijn. Bij grootschalige voorzieningen ligt het aandeel kruispuntongevallen trouwens ook zeer laag. Mogelijk treden in deze situatie vaker problemen op bij het opdraaien van de parking waarbij fietsers die achter geparkeerde wagens (of gewoon fietsers die zich verder uit de as van de rijbaan bevinden) over het hoofd gezien worden.

Invloed van de bebouwingsdichtheid

	geen	0-33%	33-66%	66-100%
A2	0,291	0,120	0,215	0,180
T2	0,067	0,180	0,162	0,200

Tabel 40: Invloed van de bebouwingsdichtheid op het gemiddelde aantal fietsongevallen per parkeerconfiguratie

De bebouwingsdichtheid geeft geen duidelijk beeld. De gemiddelde aantallen fietsongevallen fluctueren bij toenemende bebouwingsdichtheid. Bebouwingsdichtheid houdt waarschijnlijk minder verband met straatparkeren, in tegenstelling tot functies en bebouwingstypologie. Een volledig bebouwde straat kan zowel open als gesloten bebouwing zijn, waarbij in het eerste geval meer op eigen terrein kan geparkeerd worden.

5.4 Bespreking

Gemiddeld ligt het aantal fietsongevallen hoger bij achterliggende parkeerstroken dan bij tussenliggende parkeerstroken. Achterliggende parkeerstroken worden bovendien aangelegd bij gemiddeld lagere I en F. Wanneer we corrigeren voor I en F (model (5.7)) vinden we een verschil van 46% in het aantal fietsongevallen in het nadeel van achterliggende parkeerstroken.

De invloed van I en F (macht bij deze parameter) is wisselend van model tot model. Waar bij het model met enkel I of F de invloed van I meer uitgesproken is bij tussenliggende parkeerstroken (hogere macht) en de invloed van F meer uitgesproken bij achterliggende parkeerstroken, zien we in het volledige model (5.9) dat, na correctie voor de diverse

opgenomen parameters, de invloed van zowel I als F het grootst is bij achterliggende parkeerstroken.

Bij achterliggende parkeerstroken zien we een groot verschil in het aantal fietsongevallen naargelang de wegsectie zich binnen dan wel buiten de bebouwde kom bevindt. Bij tussenliggende parkeervoorzieningen is dit verschil niet aanwezig. Op wegsecties met achterliggende parkeerstroken bepaalt ook de mate van geslotenheid van de bebouwing het aantal fietsongevallen. Naarmate de bebouwing meer gesloten is, neemt het aantal fietsongevallen toe. Bij tussenliggende stroken vinden we geen statistisch significante verschillen, hoewel daar eerder een omgekeerde tendens is waar te nemen, met halfopen bebouwing als veiligste situatie. Een derde aspect van de bebouwing is de bebouwingsdichtheid. Hier zien we dat bij achterliggende parkeerstroken het aantal fietsongevallen afneemt met toenemende bebouwingsdichtheid. Bij tussenliggende parkeerstroken zien we (hoewel niet significant) het omgekeerde. Hierbij wordt opgemerkt dat bepaalde combinaties van deze parameters waarschijnlijker zullen zijn dan andere. Binnen de bebouwde kom zal men vaker gesloten bebouwing met hoge bebouwingsgraad vinden, terwijl buiten de bebouwde kom open bebouwing en lagere bebouwingsdichtheden waarschijnlijker zijn. We vinden in dichtbebouwde straten dat bij achterliggende parkeerstroken (waarbij de fietsinfrastructuur dus aanliggend is) relatief meer fietsongevallen gebeuren dan bij tussenliggende (waar de fietspaden vrijliggend zijn).

We vinden dus gemiddeld meer fietsongevallen bij achterliggende parkeerstroken. Op basis van de invloed van de verschillende modelparameters is er waarschijnlijk ook een verschil in ongevaltypes terug te vinden, gerelateerd aan de problemen die kunnen optreden in de verschillende parkeerconfiguraties.

Achterliggende parkeerstroken kunnen immers leiden tot problemen met in- en uitparkeren. Fietsers kunnen hierbij aangereden worden door de auto die het parkeermanoeuvre uitvoert, maar ook, wanneer de fietser plots moet uitwijken, door achteropkomend verkeer (de fietsinfrastructuur is immers aanliggend). Zeker bij druk verkeer kan dit aanleiding geven tot conflicten. Automobilisten zullen immers meer aandacht hebben voor het achteropkomend verkeer en fietsers lopen een grotere kans om in conflict te komen met achteropkomend verkeer indien ze moeten uitwijken.

Een tweede probleem is de zichtbelemmering die geparkeerde voertuigen creëren. In het geval van achterliggende parkeerstroken bestaat de zichtbelemmering vooral voor voertuigen die vanuit zijstraten of opritten de rijbaan willen opdraaien. Naarmate het drukker wordt zal de automobilist hierbij meer aandacht verlenen aan de rijbaan om een vrij gaatje te vinden in de autostroom. Vooral in straten met een hoge parkeerdruk (veel activiteiten, weinig mogelijkheden tot het parkeren op eigen terrein) speelt de zichtbelemmering een sterkere rol (verhoogde waarde voor kleinschalige voorzieningen en menging ten opzichte van enkel bewoning).

Een derde mogelijk conflict is het plots openen van portieren langs de bestuurderszijde. Ook hier weer moeten fietsers daar mogelijk voor uitwijken wanneer geen veiligheidsstrook aanwezig is.

Bij tussenliggende parkeervoorzieningen is eveneens sprake van zichtbelemmering. Nu is het voornamelijk het verkeer dat vanaf de hoofdbaan wil afslaan naar een oprit of zijstraat die de fietsers mogelijk over het hoofd ziet. Vooral wanneer de bestuurder tegelijk ook een andere verkeersstroom in het oog moet houden (bij meerdere rijstroken vinden we meer fietsongevallen) vallen fietsers die achter de rij geparkeerde voertuigen doorfietsen al eens buiten het gezichtsveld.

Daarnaast moeten fietsers ook rekening houden met openslaande portieren, ditmaal langs de passagierszijde. Passagiers zijn vaker minder oplettend bij het openen van de deur zodat, hoewel het openen van deuren langs deze zijde minder frequent voorvalt, het toch ook een verhoogd risico inhoudt. Fietsers die de straat willen oversteken moeten dit ook van tussen de geparkeerde voertuigen doen. Daarom zijn ze minder zichtbaar voor het verkeer op de rijbaan.

We verwachten bijgevolg bij achterliggende parkeerstroken meer conflicten met verkeer uit zijstraten en vanaf opritten en met achteropkomend verkeer. Ook aanrijdingen met in- en (vooral) uitparkerend verkeer zijn waarschijnlijk meer frequent. Bij tussenliggende parkeervoorzieningen verwachten we dan weer vooral conflicten met afslaand verkeer en met overstekende fietsers. Aangezien geen informatie is opgenomen over het ongevaltype in het databestand kan dit evenwel niet geverifieerd worden. Een diepte-analyse die de optredende ongevallen in beide situaties in meer detail bestudeerd kan hier uitsluitel brengen.

Verschillen in uitvoering (aanwezigheid veiligheidsstrook (wordt sterk benadrukt in Vademecum), type infrastructuur) en gebruik (parkeerbezetting wordt enkel geschat op basis van omgevingsfactoren, gebeuren fietsongevallen op drukke momenten of juist niet) kunnen de resultaten beïnvloeden. De vaak aanzienlijke spreiding van modelresultaten kan mogelijk hieraan te wijten zijn. Een goed doordachte uitvoering in functie van de specifieke omstandigheden is dan ook noodzakelijk om de mogelijk optredende conflicten maximaal te beperken.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Tot slot brengen we in dit hoofdstuk de belangrijkste conclusies samen. Van daaruit worden eveneens een aantal aanbevelingen gedaan voor de wegbeheerders en voor verder onderzoek.

6.1 Conclusies

De analyses beschreven in dit rapport zijn uitgevoerd met behulp van risicomodellen. Deze beschrijven een statistisch verband tussen het aantal ongevallen enerzijds en een aantal verklarende variabelen anderzijds. In tegenstelling tot voor-na studies geven ze geen rechtstreeks antwoord op de vraag of de vervanging van een bestaand type infrastructuur door een ander leidt tot minder ongevallen met fietsers. De analyse geeft wel aanwijzingen omtrent de (omgevings)karaktersitatieken waar een bepaald type fietsinfrastructuur gemiddeld betere veiligheidsresultaten oplevert (zoals ook de bedoeling is van de beslissingsboom uit het Vademecum).

De gebruikte data bieden heel wat informatie. Nochtans zijn er ook een aantal beperkingen. Zo is bijvoorbeeld geen kruispuntinformatie of informatie over de kwaliteit van de fietsinfrastructuur beschikbaar. De invloed van specifieke kruispuntoplossingen (in- of uitbuigen, doorlopend of niet) en de kwaliteit op de verkeersveiligheid voor fietsers kan bijgevolg niet beoordeeld worden. Aanbevelingen in die zin zijn dan ook afkomstig uit de literatuur. Dit betekent niet dat er helemaal geen uitspraken kunnen gedaan worden over het optreden van kruispuntongevallen. De aanwezigheid van een bepaald type infrastructuur op een wegvak kan immers ook een invloed uitoefenen op de verkeerssituaties die zich op een kruispunt voordoen.

Een belangrijk deel van de gebruikte data werden verzameld in het kader van de opmaak van het bovenlokale functionele fietsroutenetwerk en dateren bijgevolg van de periode rond 2000. door de recente aanleg van infrastructuur die, ten gevolge van de introductie van het Vademecum Fietsvoorzieningen, aan hogere eisen moet voldoen, kunnen vertekeningen in het gemiddeld aantal ongevallen met fietsers optreden. Niettemin gaan we er van uit, bij gebrek aan betere informatie, dat ze toch bruikbaar zijn voor de doelstellingen van deze studie.

Met betrekking tot het scheiden van fietsers en gemotoriseerd verkeer stellen we vast dat mengen van fietsers en gemotoriseerd verkeer niet noodzakelijk leidt tot meer ongevallen met fietsers. Buiten de bebouwde kom is de afwezigheid van fietsinfrastructuur evenwel enkel te verantwoorden bij lage voertuigintensiteiten en bieden vrijliggende fietspaden de veiligste oplossing voor een groot bereik van voertuigintensiteiten. Opvallend is het goede resultaat van aanliggende verhoogde fietspaden. Niet alleen leveren ze goede verkeersveiligheidsprestaties bij zowel lage als hoge voertuig- en fietsintensiteiten, ze zijn hier ook relatief onafhankelijk van. Bij andere types infrastructuur speelt de voertuigintensiteit een veel grotere rol. Het aantal fietsongevallen op een wegvak wordt doorgaans sterker beïnvloed door de voertuigintensiteit dan het aantal fietsongevallen op kruispunten. Uit de beschikbare gegevens kunnen echter geen duidelijke gebieden met grenswaarden voor intensiteiten afgebakend worden waar menging dan wel scheiding van fietsers en gemotoriseerd verkeer te verkiezen valt.

De tweede onderzoeksvraag behelst het gebruik van dubbelrichtingsfietspaden. Hier vinden we een eenduidiger antwoord. Dubbelrichtingsfietspaden gaan gepaard met een hoger ongevalsrisico voor fietsers. Onder vergelijkbare omstandigheden leiden dubbelrichtingsfietspaden tot 50 à 60% meer fietsongevallen. De verschillen zijn, zoals verwacht, het meest uitgesproken ter hoogte van kruispunten. Een andere bevinding op basis van de analyses is dat er langs wegvakken met (half)open bebouwing, lage bebouwingsdichtheid of buiten de bebouwde kom (ten opzichte van enkelrichtingsfietspaden) relatief meer fietsongevallen gebeuren.

In de literatuur worden als belangrijkste redenen voor dit verhoogde ongevalsrisico de verwachtingspatronen van autobestuurders en fietsers aangehaald. Autobestuurders die de rijweg willen opdraaien (en zeker als ze rechts opdraaien) verwachten geen fietsers uit de tegenrichting en kijken niet of vluchtiger naar rechts waardoor fietsers sneller niet opgemerkt worden. Anderzijds gaan fietsers er vaak vanuit dat de bestuurder hen wel zal gezien hebben, wat dus vaak niet het geval is.

De derde onderzoeksvraag tenslotte handelt over de plaats van parkeerstroken naast fietspaden. Bij achterliggende parkeerstroken vinden we gemiddeld ongeveer 46% meer fietsongevallen dan wanneer de parkeerstroken tussenliggend zijn. Waar bij tussenliggende parkeerstroken de impact van verschillende omgevingskarakteristieken eerder beperkt is, vinden we bij achterliggende parkeerstroken grote verschillen naargelang de omgevingskarakteristieken. Binnen de bebouwde kom gebeuren er gemiddeld meer fietsongevallen wanneer de parkeerstreek achter (of langs de buitenzijde) van de fietsvoorziening is aangelegd. Daarnaast tonen de resultaten dat naarmate de bebouwing meer gesloten wordt het aantal fietsongevallen toeneemt. Tot slot is de aanwezigheid van kleinschalige voorzieningen een risicofactor.

Achterliggende en tussenliggende parkeerstroken hebben elk voordelen en nadelen. Bij achterliggende parkeerstroken is de fietser beter zichtbaar voor het verkeer op de hoofdweg, maar minder goed voor het verkeer dat uit zijstraten of vanaf inritten de rijbaan wil opdraaien (zeker bij een hoge parkeerbezetting). Anderzijds is de fietser beter gescheiden van het doorgaand verkeer bij tussenliggende parkeerstroken en hoeft hij niet af te rekenen met in- en uitparkerend verkeer. Zeker bij druk verkeer heeft de autobestuurder dan meer aandacht voor het achteropkomende autoverkeer op zoek naar een geschikt moment om in te voegen.

6.2 Aanbevelingen

Zowel voertuigintensiteit als de (toegelaten) snelheid spelen een rol bij de keuze van het type fietsinfrastructuur, zoals weergegeven in het Vademecum Fietsvoorzieningen. Daarnaast speelt ook het aantal fietsers een belangrijke rol. Niettemin blijven er heel wat onduidelijkheden die erop wijzen dat ook lokale omstandigheden (uitvoering en dergelijke) een belangrijke invloed kunnen uitoefenen. Bij het bepalen van de juiste fietsinfrastructuur dient daarom vertrokken te worden van de algemene richtlijnen uit het Vademecum en rekening gehouden te worden met de specifieke omstandigheden.

Dubbelrichtingsfietspaden moeten zoveel mogelijk vermeden worden. Enkel wanneer aangetoond kan worden dat dubbelrichtingsfietspaden een meerwaarde bieden (door het vermijden van overbodige oversteekbewegingen of het voorkomen van oneigenlijk fietsen in tegenrichting bij problematische oversteekbaarheid van de rijbaan) zijn ze te overwegen. Wanneer, om de vermelde redenen, toch gekozen wordt voor dubbelrichtingsfietspaden, dient steeds bijzondere aandacht besteed te worden aan de uitvoering ervan. Vooral nabij kruispunten dient de nodige zorg besteed te worden en moeten bestuurders er op attent gemaakt worden dat fietsers uit twee richtingen kunnen komen. Een verhoogde aanleg kan eveneens nuttig zijn.

Langs wegsecties waar een hoge parkeerdruk te verwachten is, verdienen tussenliggende parkeerstroken de voorkeur op achterliggende parkeerstroken. In functie van de verkeers- en omgevingskarakteristieken (hoeveelheid afslaand verkeer, aantal inritten, zijstraten) dienen de nodige voorzieningen getroffen te worden om het risico op een ongeval te minimaliseren.

Ondanks een aantal waardevolle conclusies blijven toch ook heel wat vragen onbeantwoord. Vooral met betrekking tot de vraag wanneer fietsers nu wel dan niet gescheiden dienen te

worden van het autoverkeer zijn de resultaten niet eenduidig. Alles wijst er op dat lokale omstandigheden en uitvoeringskenmerken een belangrijke rol spelen. Deze mate van detail kan evenwel niet opgenomen worden in risicomodellen op deze schaal. Bovendien zijn de nodige data niet direct beschikbaar. Bijkomend onderzoek dringt zich bijgevolg op. De invloed van specifieke omstandigheden en uitvoeringskenmerken kan bestudeerd worden via een diepte-analyse van fietsongevallen waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan deze elementen.

Verschillende fietspadconfiguraties zullen ook gepaard gaan met verschillende ongevalstypes. Kennis over de verbanden tussen deze configuraties en ongevalstypes zal nuttig zijn bij het bepalen van adequate maatregelen. Ook hier kan een diepte-analyse heel wat informatie opleveren. De gegevens over fietsinfrastructuur in het nationale ongevallenbestand zijn ontoereikend om dit op basis daarvan te doen.

Deze studie focust tenslotte voornamelijk op oplossingen langs wegsecties. In het geval van fietsongevallen moet echter zeker ook voldoende aandacht gaan naar de oplossingen die nodig zijn op en nabij kruispunten. Ongeveer de helft van de ongevallen met fietsers is immers daar terug te vinden. Bijkomend onderzoek naar specifieke kruispuntoplossingen blijft dan ook aangewezen.

7. LITERATUURLIJST

- Busi, R. (1998). *DUMAS (WP6) – Safety for pedestrians and two-wheelers: Final report*. Universita di Brescia, Brescia.
- Crevits, H. (2009). *Beleidsnota 2009-2014*. Mobiliteit en Openbare Werken. Beleidsprioriteiten 2009-2014.
- CROW (1993). *Tekenen voor de fiets*. Publicatie nr. 74. CROW, Ede.
- CROW (2003). *Traverse: doorgaande weg binnen de bebouwde kom*. Infopunt Duurzaam Veilig, Ede.
- Fietsersbond (2007). *Fietspaden in Vlaanderen – goede praktijkvoorbeelden*. Fietsersbond, i.o.v. Vlaamse Overheid.
- Garrard, J., Rose, G. & Kai Lo, S. (2008). *Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure*. In: Preventive Medicine nr. 46 (2008), pp. 55-59. Elsevier.
- Hunter, W.W., Stewart, J.R., Stutts, J.C., Huang, H.H. & Pein, W.E. (1999). *A Comparative Analysis of Bicycle Lanes Versus Wide Curb Lanes. Final Report*. FHWA, Georgetown Pike.
- Hyden, C., Nilsson, A. & Risser, R. (1999). *WALCYNG: How to enhance WALKing and CyclING instead of shorter car trips and to make these modes safer*. Lund University, Lund.
- Jensen, S.U., Andersen, T., Hansen, W., Kjaergaard, E., Krag, T., Larsen, J.E., Fugle, D.F., la Cour Lund, B. & Thost, P. (2000). *Collection of cycle concepts*. Danish Road Directorate.
- Julien, A. (2000). *Aménagement cyclable et espace urbain. Rapport final*.
- Martensen, H. & Nuyttens, N. (2009). *Themarapport fietsers. Verkeersongevallen met fietsers*. Brussel, België: BIVV, Observatorium voor de Verkeersveiligheid.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2002). *Vademecum Fietsvoorzieningen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.
- Populer, M. & Dupriez, B. (2006). *Fietsongevallen in stedelijke omgeving. Drie jaar (1998-2000) letselongevallen met fietsers op gewestwegen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*. BIVV, Brussel.
- Räsänen, M. & Summala, H. (1998). *Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 30, nr. 5, pp. 657-666. Pergamon.
- Reurings, M., Janssen, T., Eenink, R., Elvik, R., Cardoso, J. & Stefan, C. (2006). *Accident Prediction Models and Road Impact Safety Assessment: a state-of-the-art*.
- Schepers, P. & de Waard, D. (2010). *Fietspaden met twee richtingen op kruispunten onveiliger*. In: Fietsverkeer, oktober 2010.
- van der Kooi, R.M. (2000). *Effecten van rode fietssuggestiestroken op verkeersgedrag. Studie voor en na aanleg van fietssuggestiestroken in gemeente De Lier*. SWOV, Leidschendam.
- van der Kooi, R.M. (2001). *Effecten van rode fietssuggestiestroken op verkeersgedrag in Zwolle. Studie voor en na aanleg op de Doornweg*. SWOV, Leidschendam.
- Van Hout, K., Hermans, E., Nuyts, E. & Brijs, T. (2005). *Doortochten in Vlaanderen. Een risicoanalyse op basis van weg- en omgevingskenmerken*. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.
- Van Hout, K. & de Jong, M. (2006). *Ernstige ongevallen met fietsers en voetgangers – Een diepte-analyse. Wetenschappelijke ondersteuning bij de uitvoering van het verkeersveiligheidsplan van de stad Antwerpen – Module 3*. Instituut voor Mobiliteit, Diepenbeek.
- Van Hout, K. (2007). *De risico's van fietsen. Feiten, cijfers en vaststellingen*. Steunpunt Verkeersveiligheid, Diepenbeek.

VTT (2001). *Measures to promote cyclist safety and mobility – Deliverable D2 van het onderzoeksproject PROMISING*. Finland: VTT, Technical Research Centre of Finland.

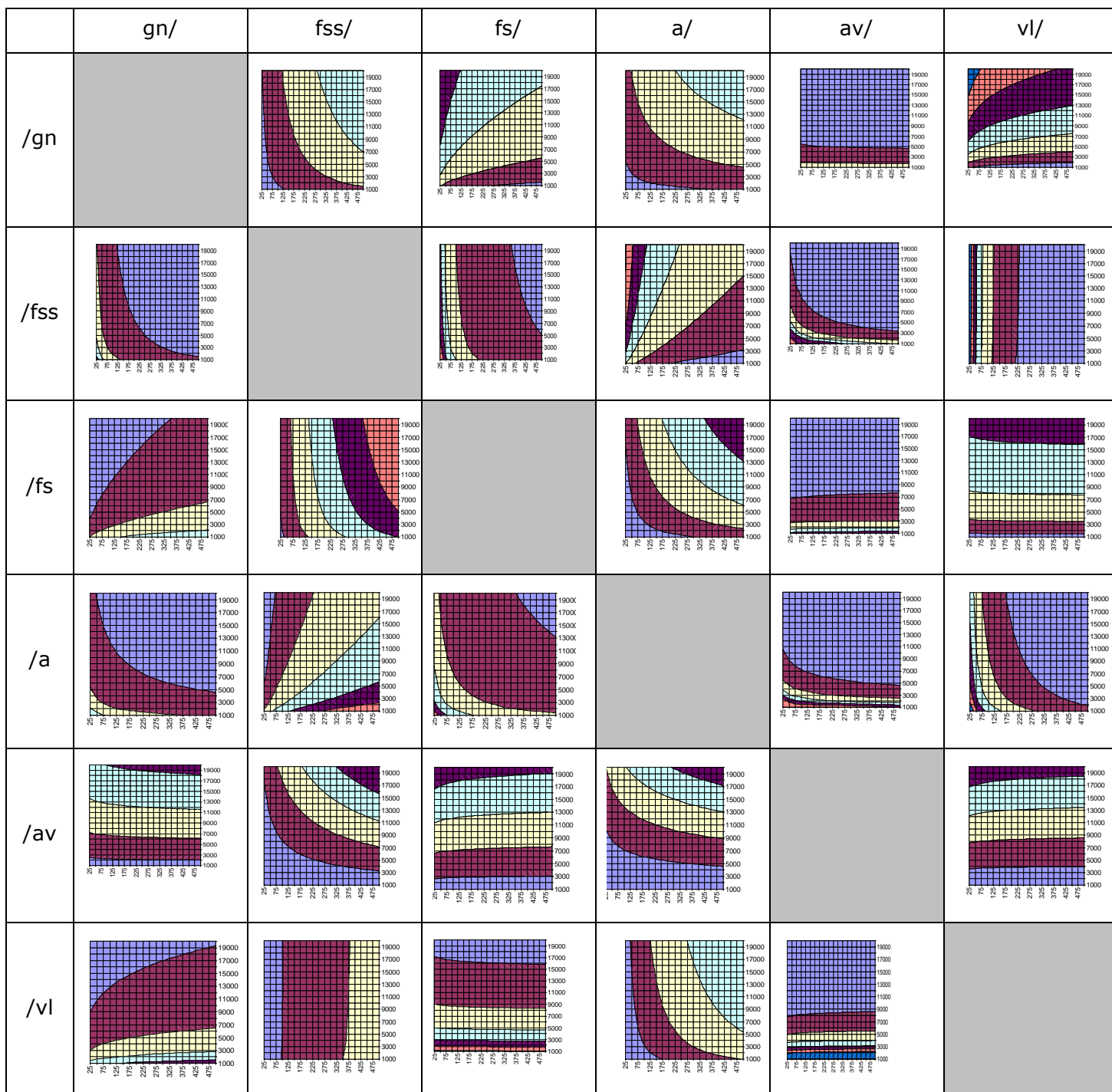
Wachtel, A. & Lewiston, D. (1994). *Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections*. In: ITE Journal, september 1994, pp. 30-35. Institute of Transportation Engineers.

Welleman & Dijkstra (1988). *Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden: bijdrage aan de werkgroep "Bromfietzers op fietspaden" van de Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W.: SWOV-rapport R-88-20*. SWOV, Leidschendam.

8. BIJLAGE

8.1 Mengen of scheiden

8.1.1 Paarsgewijze vergelijking



Figuur 15: Verhouding aantal fietsongevallen per paar fietsvoorzieningen i.f.v. I en F

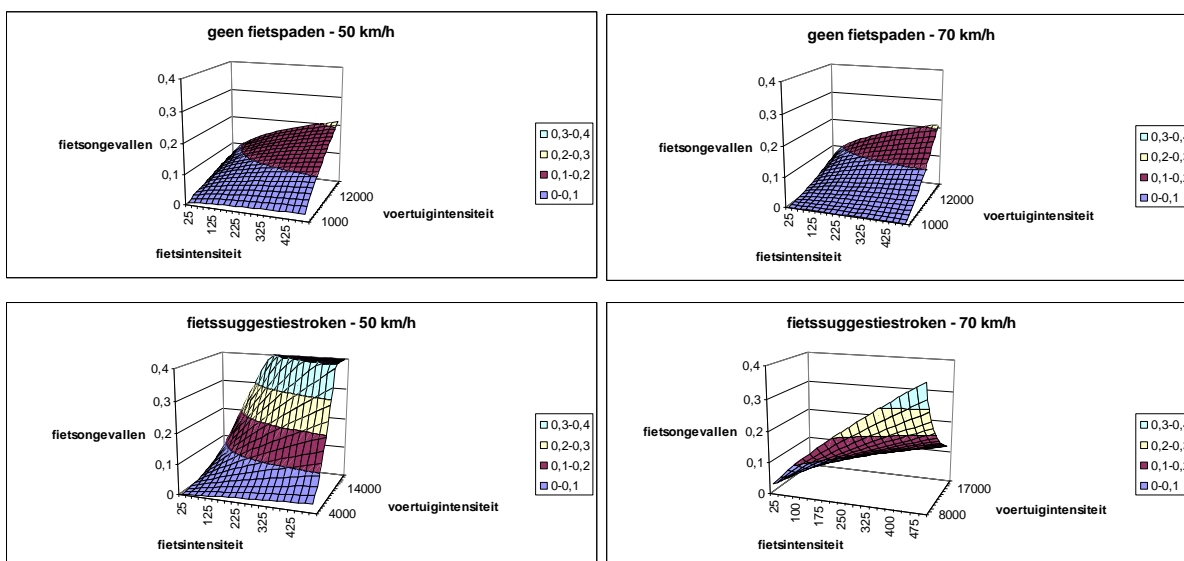
8.1.2 Resultaten modellen met verkeerskarakteristieken en snelheidsregime

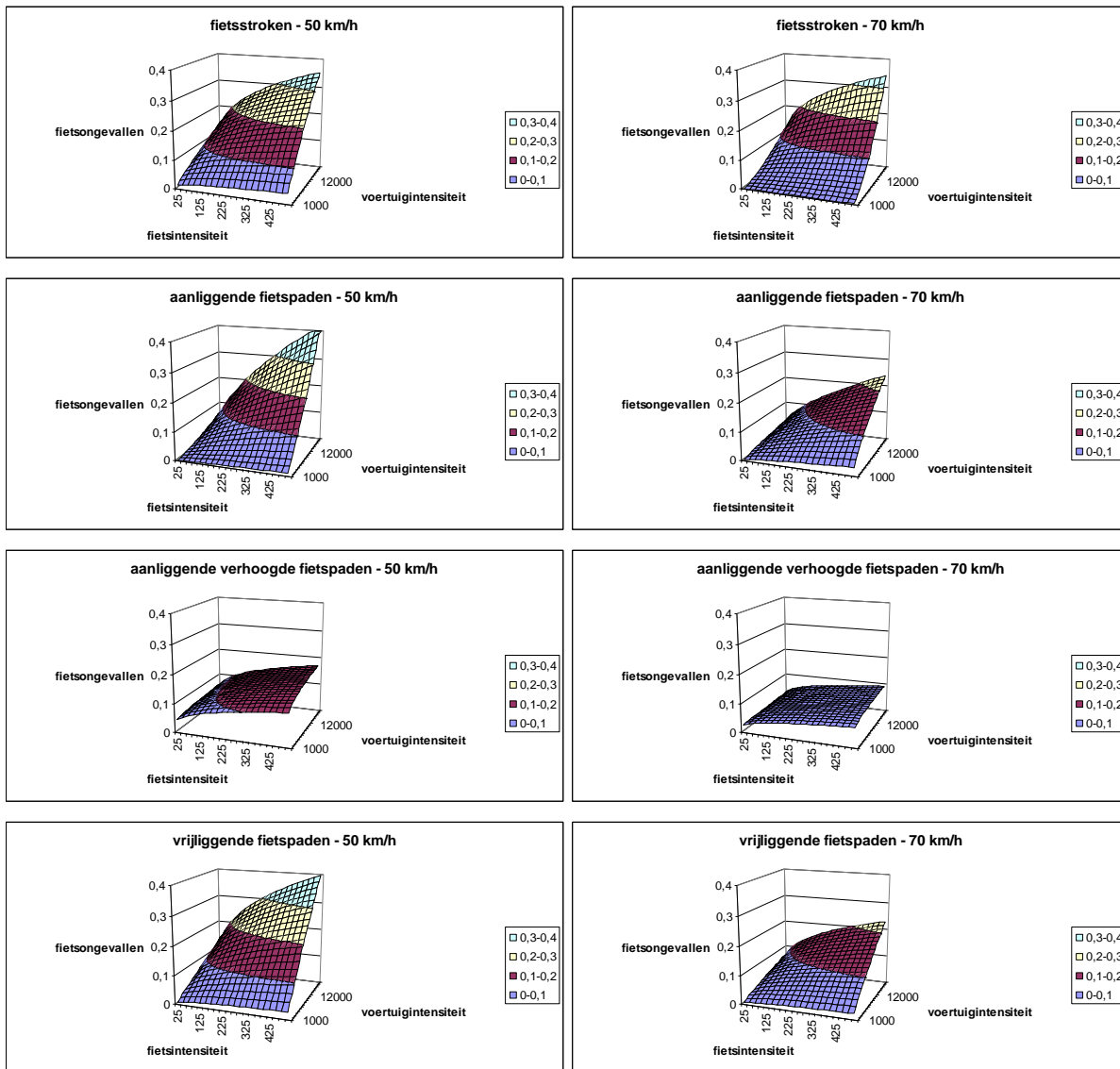
Voor elk type fietsinfrastructuur en snelheidsregime wordt een apart model opgebouwd. Omwille van rekentechnische beperkingen wordt hierbij evenwel geen onderscheid gemaakt voor de macht bij de fietsintensiteit (γ). α en β zijn wel afhankelijk van het snelheidsregime. De resultaten worden weergegeven in tabel 41 en figuur 16. De resultaten worden hierbij beperkt tot de snelheden 50 km/h en 70 km/h. De overige snelheidslimieten komen immers veel minder vaak voor en de modelparameters hebben dan ook een breed betrouwbaarheidsinterval (ze zijn weinig significant).

$$\text{Aantal fietsongevallen} = \alpha * I^\beta * F^\gamma$$

		α	β	γ
Geen fietspaden	50 km/h	$1,55 * 10^{-5}$	0,7328	0,3650
	70 km/h	$1,18 * 10^{-8}$	1,4568	
Fietsuggestiestroken	50 km/h	$8,15 * 10^{-12}$	2,0477	0,8108
	70 km/h	271,35	-1,2903	
Fietsstroken	50 km/h	$2,96 * 10^{-5}$	0,7509	0,3132
	70 km/h	$1,21 * 10^{-8}$	1,5355	
Aanliggende fietspaden	50 km/h	$6,03 * 10^{-8}$	1,2062	0,6121
	70 km/h	$5,62 * 10^{-6}$	0,6915	
Aanliggende verhoogde fietspaden	50 km/h	$6,87 * 10^{-3}$	0,1278	0,3133
	70 km/h	$5,10 * 10^{-3}$	0,0945	
Vrijliggende fietspaden	50 km/h	$6,11 * 10^{-6}$	0,8944	0,3574
	70 km/h	$1,08 * 10^{-5}$	0,7816	

Tabel 41: Modelvergelijkingen

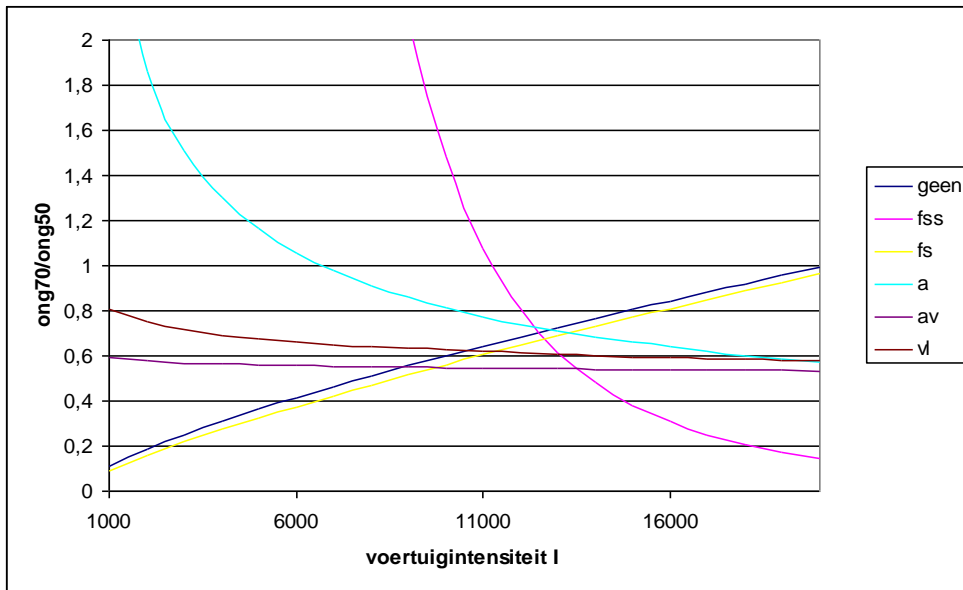




Figuur 16: Aantal fietsongevallen i.f.v. voertuig-, fietsintensiteit en snelheidslimiet

Bij afwezigheid van fietsinfrastructuur en bij fietsstroken zien we dat – ondanks het lagere gemiddelde aantal fietsongevallen bij 70 km/h – het aantal fietsongevallen bij hoge voertuig- en fietsintensiteit vergelijkbaar is. Bij aanliggende (verhoogde) en vrijliggende fietspaden blijft de curve voor 70 km/h in het hogere intensiteitsbereik echter beduidend lager. Scheiding van fietsers en gemotoriseerd verkeer lijkt op basis van deze resultaten dus voordelig bij hogere snelheden en intensiteiten.

In onderstaande figuur 17 wordt de verhouding van het aantal fietsongevallen bij 70 km/h en bij 50 km/h uitgezet tegenover de voertuigintensiteit I . De verhouding is onafhankelijk van de fietsintensiteit F vermits de waarde voor de bijhorende macht onafhankelijk werd gesteld van de snelheidslimiet.



Figuur 17: Verhouding aantal fietsongevallen bij 70 km/h t.o.v. 50 km/h

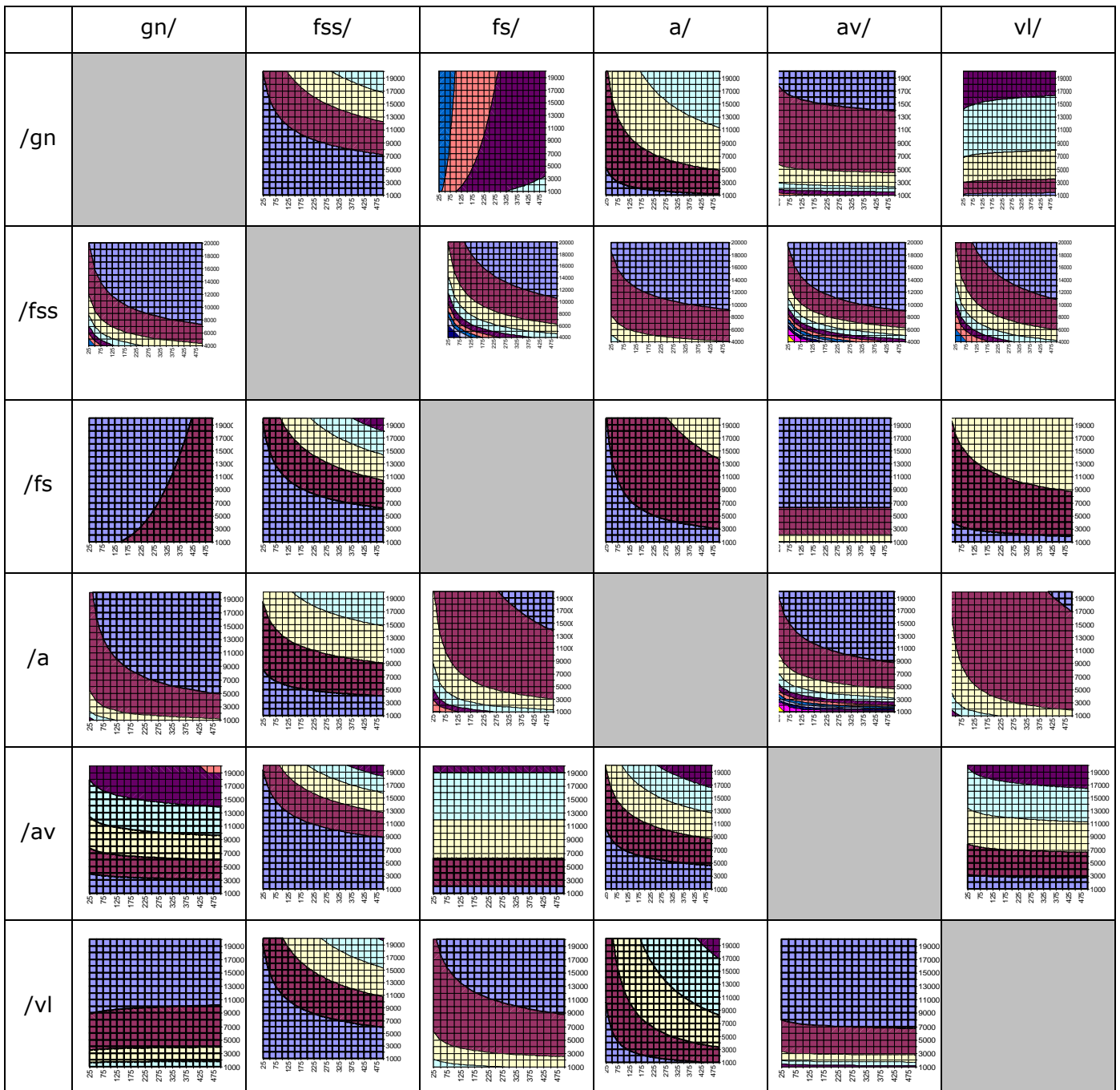
Uit de modelresultaten leren we dat de verhouding van het aantal fietsongevallen bij 70 km/h respectievelijk 50 km/h afhankelijk is van de voertuigintensiteit I (dit blijkt uiteraard ook uit de machten bij I zoals weergegeven in tabel 41). Bij de configuraties 'geen fietspaden' en 'fietsstroken' zien we een zeer gelijklopend resultaat. Bij toenemende voertuigintensiteit neemt de verhouding toe. Bij hogere voertuigintensiteiten worden deze fietsinfrastructuurconfiguraties relatief onveiliger bij hogere toegelaten snelheden (met andere woorden het verschil tussen het aantal fietsongevallen bij 50 km/h en bij 70 km/h wordt kleiner bij toenemende intensiteit). Bij vrijliggende en aanliggende verhoogde fietspaden zien we dan weer een vrij vlak verloop van deze verhouding, waarbij het aantal fietsongevallen bij 70 km/h steeds lager ligt dan bij 50 km/h. Op basis van deze vaststellingen kunnen we besluiten dat een toenemende scheiding relatief gunstiger is bij hogere toegelaten snelheden wanneer de voertuigintensiteiten toenemen.

Het beeld is echter niet geheel eenduidig. Wegvakken met aanliggende fietspaden en fietssuggestiestroken vertonen bij lagere voertuigintensiteiten een sterk verhoogd aantal ongevallen bij 70 km/h. Bij hogere voertuigintensiteiten daalt dit.

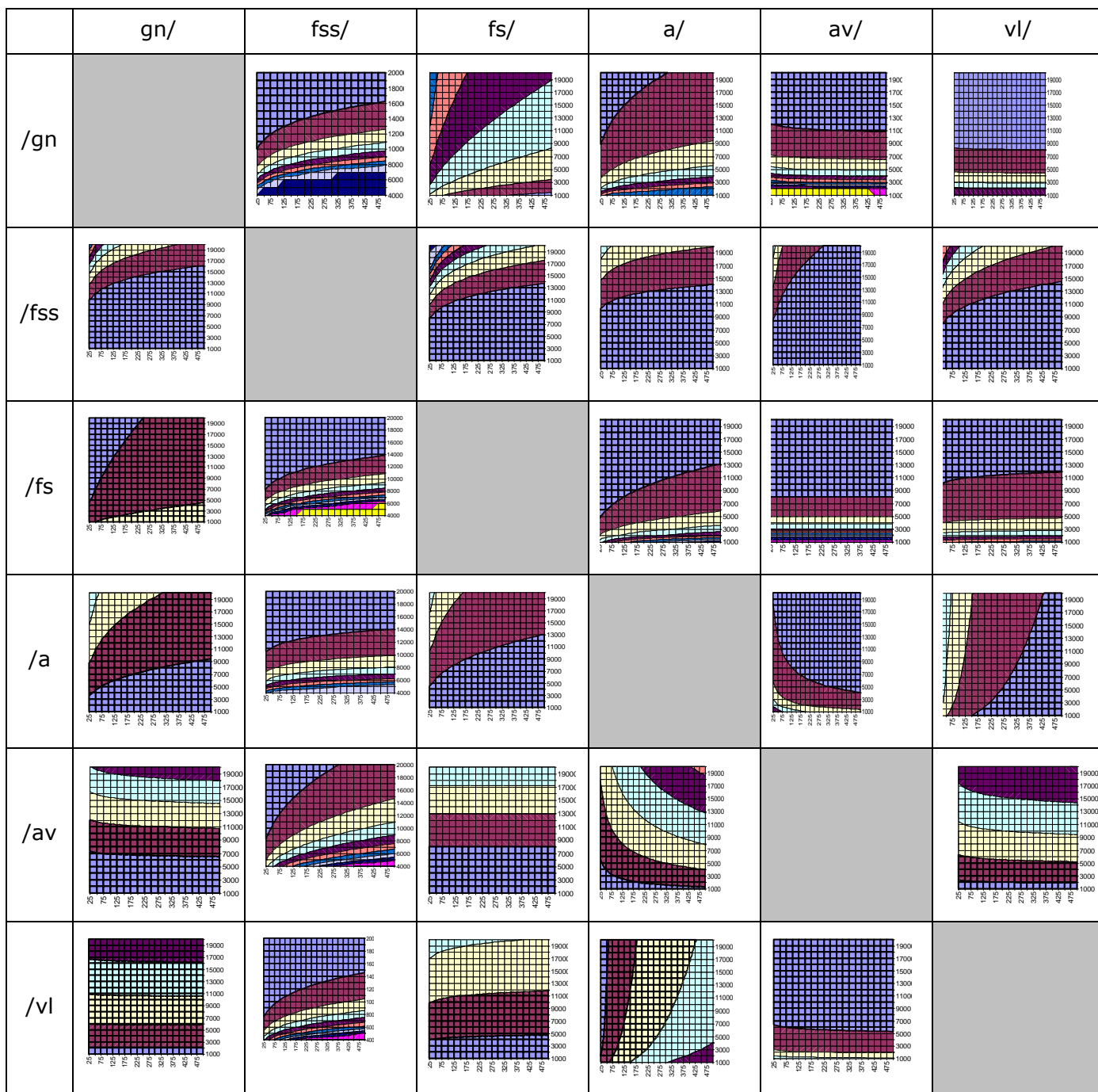
We kunnen deze resultaten opnieuw op een andere manier weergeven. In plaats van de ongevallen te vergelijken tussen de verschillende snelheidszones, vergelijken we eveneens de ongevallen tussen de verschillende types fietsinfrastructuur (per snelheidszone). In figuur 18 en 19 op de volgende pagina's wordt per toegestane snelheid de verhouding van het aantal fietsongevallen weergegeven voor elke combinatie van 2 types fietsinfrastructuur. Hoewel het beeld niet steeds eenduidig is kunnen we er toch een aantal dingen uit leren.

Bij een snelheidslimiet van 50 km/h en hoge voertuigintensiteiten bieden aanliggende verhoogde fietspaden de veiligste oplossing. Fietssuggestiestroken zijn onder deze condities geen goede oplossing. Deze doen het veel beter bij relatief lage voertuigintensiteiten, zeker wanneer het aantal fietsers beperkt blijft. Menging doet het – enigszins verrassend – goed bij relatief hoge voertuigintensiteiten. Wanneer ook het aantal fietsers aanzienlijk is, neemt het toepassingsgebied van menging toe. Ook fietsstroken doen het vooral beter bij hogere voertuigintensiteiten. Dit is dan wel vrij relatief want globaal genomen levert dit type fietsinfrastructuur vrij slechte resultaten op. Aanliggende fietspaden zijn bij 50 km/h over een groot bereik van voertuig- en fietsintensiteiten veiliger dan vrijliggende fietspaden. Het verschil is het grootst bij lage voertuig- en fietsintensiteiten. Ten opzichte van aanliggende verhoogde fietspaden zijn vrijliggende fietspaden dan weer enkel veiliger bij lage voertuigintensiteiten.

Bij 70 km/h is het beeld anders. Bij menging (geen fietsinfrastructuur) vinden we het laagste aantal fietsongevallen ten opzichte van de andere infrastructuurtypes bij lagere voertuigintensiteiten. Een vergelijkbaar beeld vinden we terug voor fietsstroken. Ook deze zijn doorgaans veiliger bij lagere voertuigintensiteiten. De resultaten voor fietsuggestiestroken gaan in tegen dit - verwachte - beeld. Zij zouden immers de veiligste oplossing bieden bij hogere voertuigintensiteiten. Bij lage fietsaantallen breidt het toepassingsgebied van fietsuggestiestroken zich uit naar lagere voertuigintensiteiten. Aanliggende verhoogde fietspaden doen het ook bij 70 km/h goed bij hogere voertuigintensiteiten. Vergeleken met 50 km/h-zones is het gebied van de veiligste toepassing uitgebreid naar lagere intensiteiten. Vrijliggende fietspaden zijn ten opzichte van menging en fietsstroken bij 70 km/h (relatief) veiliger bij hogere voertuigintensiteiten.



Figuur 18: Verhouding aantal fietsongevallen per paar van fietsvoorzieningen i.f.v. I en F bij 50 km/h



Figuur 19: Verhouding aantal fietsongevallen per paar van fietsvoorzieningen i.f.v. I en F bij 70 km/h