

Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom

Ir. S.T.M.C. Janssen

R-2003-36

Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom

Vergelijking van ongevallenrisico's

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-2003-36
Titel: Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom
Ondertitel: Vergelijking van ongevallenrisico's
Auteur(s): Ir. S.T.M.C. Janssen
Onderzoeksthema: Strategie voor een veilige weginfrastructuur
Themaleider: Ir. S.T.M.C. Janssen
Projectnummer SWOV: 33.410

Trefwoord(en): Safety, junction, main road, urban area, accident rate, traffic concentration, prioity (traffic), Netherlands.

Projectinhoud: Op meer dan 500 kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom met langzaam verkeer zijn gegevens van verkeerstellingen bekend. Verder zijn kenmerken van de kruisingen en de takken bekend, evenals het aantal geregistreerde ongevallen in de periode 1994 tot en met 1998. Dit rapport geeft voor die periode een kwantitatieve beoordeling van de veiligheid van een aantal kruisingstypen, uitgedrukt in het aantal geregistreerde letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen.

Aantal pagina's: 58 + 23
Prijs: € 15,-
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 2004

Samenvatting

In 1998/1999 zijn metingen uitgevoerd op een landelijke steekproef van meer dan 500 kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom met langzaam verkeer. Op de takken van de kruisingen zijn gemotoriseerde voertuigen, fietsen en bromfietsen geteld. Kenmerken van de kruisingen en de takken zijn gekoppeld aan het ongevallenbestand voor de periode 1994 tot en met 1998. Dit rapport geeft voor die periode een kwantitatieve beoordeling van de veiligheid van een aantal kruisingstypen die op verkeersfunctionele kenmerken zijn onderscheiden. Deze veiligheid wordt hier uitgedrukt in ongevallenrisico's voor kruisingen: het aantal geregistreerde letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen.

Kruisingen met een 50 km/uur-limiet zijn op de volgende verkeersfunctionele kenmerken onderscheiden: het feit of ze kruispunt of rotonde zijn, het aantal takken (drie of vier), het type fietsvoorziening, en het type voorrangregeling: verkeerslichten, een bijzondere voorrangregeling (op voorrangsweg of een voorrangskruising) en voorrang voor rechts.

De onderscheidende kenmerken van de kruisingstypen blijken samen te hangen met de intensiteit van het snelverkeer op de kruisingen. Zowel bij de drie- als bij de viertakskruisingen neemt de gemiddelde dagintensiteit toe in de volgorde: rechts voorrang, bijzondere voorrangregeling en verkeerslichten. Daarbij hebben steeds de viertakskruisingen ten opzichte van de drietakskruisingen een hogere intensiteit. De viertaksrotondes hebben een intensiteit die het midden houdt tussen die van kruisingen met een bijzondere voorrangregeling en die met verkeerslichten.

Naast de kenmerken van de kruisingstypen, hangen ook hun risicowaarden samen met de intensiteit van het snelverkeer. Hierdoor kunnen kruisingstypen alleen binnen een bepaald intensiteitsbereik met elkaar worden vergeleken.

Van alle kruisingstypen hebben drietakskruispunten met de regel rechts voorrang - en een gemiddelde intensiteit van minder dan 5.000 motorvoertuigen per dag - gemiddeld het laagste risico (0,03 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen). Drietakskruispunten met verkeerslichten en een gemiddelde intensiteit van meer dan 20.000 motorvoertuigen, scoren op de tweede plaats (risicowaarde: 0,06). Drietakskruispunten met andere voorrangregelingen of verkeerslichten en een gemiddelde intensiteit tussen de 5.000 en 20.000 motorvoertuigen, hebben hogere risicowaarden (0,08-0,13). Van alle viertakskruisingen met een gemiddelde intensiteit tussen de 5.000 en 20.000 motorvoertuigen per dag, hebben rotondes de laagste risicowaarde (0,07) en viertakskruispunten met verkeerslichten de hoogste (0,18). Viertakskruisingen met een gemiddelde intensiteit boven de 20.000 motorvoertuigen komen praktisch alleen voor met verkeerslichten; zij hebben een risicowaarde van 0,13.

De veiligheidsverschillen tussen kruisingstypen worden beschouwd aan de hand van (discrepanties met) de ontwerpprincipes van Duurzaam Veilig. Met name in de functionaliteit van de kruisingen en de homogeniteit van de verkeersstromen zijn wel mogelijke verklaringen te vinden. Wat de voorspel-

baarheid betreft, is het bij gebrek aan gedragswaarnemingen niet mogelijk om uitspraken te doen. Wel kan verondersteld worden dat relatief hoge ongevallenrisico's deels toe te schrijven zullen zijn aan een niet altijd juiste interpretatie van de vorm- en regelgeving door de weggebruiker. Een definitieve beoordeling van een bepaald kruisingstype kan pas plaatsvinden na specifieke gedragsstudies.

De gevonden verschillen in risico's mogen zeker niet gebruikt worden om onveilig scorende kruisingstypen te veranderen in 'veilige' typen door de onderscheidende kenmerken ervan te wijzigen. Daarvoor moet altijd de structuur en de functie van het wegennet waarin de kruisingen liggen bij de beoordeling een rol spelen. Dit is tenslotte een *vergelijkend* onderzoek en niet een studie waarin de effecten van maatregelen gemeten worden in voor- en nametingen.

Summary

Safety on urban through-road intersections; Comparison of crash rates

In 1998/1999, measurements of a national sample of more than 500 intersections of urban through-roads with mopeds, bicycles, and pedestrians were carried out. Motorized vehicles, mopeds, and bicycles were counted. Features of the intersections and the branches were linked to the 1994-1998 crash database. For that period, this report presents a quantitative judgement of the safety of a number of intersection types that are distinguished by (traffic) functional features. Here, the intersection safety is expressed in the crash rates, i.e. the number of registered injury crashes per million motor vehicles counted.

Intersections with a 50 km/h speed limit were distinguished by the following features: a) crossroads or roundabout, b) the number of branches (3 or 4), c) the type of bicycle facilities, and d) the types of priority regulation: traffic lights, a special priority regulation (on priority roads or a priority intersection), and priority for traffic from the right.

The features of the intersection types distinguished appear to correlate with the motor vehicle traffic volume on the intersection. On both the 3- and 4-branch intersections, the average 24-hour volume increases in the following sequence: priority from the right, special priority regulation, and traffic lights. The 4-branch intersections always have a greater volume than the 3-branch intersections. The 4-branch roundabouts have a volume in between that of crossroads with a special priority regulation and those with traffic lights.

Besides the features of the intersection types, their crash rates also correlate with the motor vehicle volume. It is, therefore, only possible to compare intersection types within the same volume class.

Of all the intersection types, the 3-branch crossroads with priority from the right and an average volume of less than 5,000 motor vehicles a day have, on average, the lowest rate (0.03 injury crashes per million motor vehicles). 3-branch crossroads with traffic lights and an average volume of more than 20,000 motor vehicles a day have the second lowest rate (0.06). 3-branch crossroads with other priority regulations or traffic lights and an average volume of 5,000 - 20,000 motor vehicle a day have higher rates (0.08 - 0.13). Of all 4-branch intersections with an average volume of 5,000 – 20,000 motor vehicles a day, roundabouts have the lowest rate (0.07) and 4-branch crossroads with traffic lights the highest rate (0.18). 4-branch crossroads with an average volume of more than 20,000 motor vehicles a day nearly always have traffic lights; their rate is 0,13.

The safety differences between intersection types were examined by means of (discrepancies with) the design principles of Sustainable Safety. Possible explanations can be found especially in the functionality of the intersections and the homogeneity of the traffic flows. As far as the predictability is concerned, a lack of behaviour observations makes it impossible to make any statements. It can, however, be assumed that relative high crash rates are partly due to a not always correct interpretation by the road user of the

layout and regulations. A definite judgement of a particular intersection type can only be made after specific behaviour studies have been carried out.

The found differences in rates may certainly not be used to change unsafe (scoring) intersection types into 'safe' types by changing their distinguishing features. To do this, it is always necessary that the function of the network in which the intersections are situated, plays its part in the judging. After all, this is a comparative study and not one in which the effects of measures are quantified using before-and-after measurements.

Inhoud

1. Inleiding	9
1.1. Achtergrond	9
1.2. Voorbereidend onderzoek	9
1.3. Doel van het vervolgonderzoek	10
1.4. Methode van onderzoek	10
1.5. Leeswijzer	11
2. Kenmerken en typologie van kruisingen	12
2.1. Indeling naar verkeersfunctie	12
2.2. Verkeerskenmerken	13
2.3. Ongevalskenmerken	14
2.4. Kruisingstypologie voor analyses	14
3. Maat voor de verkeersonveiligheid	16
4. Vergelijking van kruisingstypen op hoofdkenmerken	20
4.1. Alle kruisingstypen	21
4.2. Kruisingen met verschillende snelheidslimiet	21
4.3. Kruispunten en rotondes	22
4.4. Drietaks- en viertakskruisingen	23
4.5. Kruisingen met verschillende voorrangsregeling	24
4.6. Kruisingen met verschillende fietsvoorzieningen	26
4.7. Conclusies	27
5. Verband tussen aantal letselongevallen en intensiteit	29
5.1. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten	30
5.2. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg	31
5.3. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising	32
5.4. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang voor rechts	33
5.5. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten	34
5.6. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg	35
5.7. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising	36
5.8. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang voor rechts	37
5.9. Rotondes met vier takken en 50 km/uur-limiet	38
5.10. Conclusies	39
6. Vergelijking van kruisingstypen op detailkenmerken	42
6.1. Vergelijking van voorrangsregelingen bij drietakskruisingen met 50 km/uur-limiet	43
6.2. Vergelijking van voorrangsregelingen bij viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet	44
6.3. Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten	45
6.4. Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en bijzondere voorrangsregeling	46
6.5. Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en rechts voorrang	46
6.6. Vergelijking van voorrangsregeling voor fietsen op nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet	47
6.7. Conclusies	48

7.	Interpretaties van de resultaten	51
7.1.	Functionaliteit	51
7.2.	Homogeniteit	52
7.3.	Voorspelbaarheid	53
8.	Discussie en aanbevelingen	55
8.1.	Discussiepunten	55
8.2.	Aanbevelingen	56
	Literatuur	57
	Bijlagen 1 t/m 7	59
Bijlage 1	Aantal kruisingen per type	61
Bijlage 2	Aantal letselongevallen op kruisingen	63
Bijlage 3	Aantal letselongevallen per miljoen motorvoertuigen op kruisingen	65
Bijlage 4	Vergelijking kruisingen op hoofdkenmerken	67
Bijlage 5	Vergelijking intensiteitsklassen van kruisingstypen	73
Bijlage 6	Vergelijking kruisingen op detailkenmerken	79

1. Inleiding

1.1. Achtergrond

In opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft de SWOV in 1998/1999 een project uitgevoerd met als doel zogenoemde kencijfers voor de veiligheid van langzaam verkeer vast te stellen, en daarbij onderscheid te maken naar frequent voorkomende typen kruisingen binnen de bebouwde kom.

De onderzoeksvragen in dat project waren:

- Welke gegevens zijn relevant voor de vaststelling van kencijfers?
- Hoe worden deze gegevens efficiënt verzameld?
- Hoe worden de kencijfers van langzaam verkeer vastgesteld?

Bij de steekproeftrekking was gekozen voor kruisingen binnen de bebouwde kom, met fiets- en bromfietsverkeer en een belangrijke functie voor het doorgaande autoverkeer. Deze verkeersaders waren door de plaatselijke wegbeheerder aangewezen. Het onderzoek betrof kruisingen van verkeersaders onderling. De steekproef was zo getrokken dat er een representatieve vertegenwoordiging was van kruisingen van verkeersaders met fiets- en bromfietsverkeer binnen de bebouwde kom van zowel grote als kleine gemeenten in Nederland.

Voor de opzet van dat project en de inventarisatie van de gegevens wordt verwezen naar het SWOV-rapport *Kencijfers voor (brom)fietsverkeer* (Arnoldus et al., 2000). Hierin worden de voorlopige kencijfers gegeven op kruispunten en rotondes, onderverdeeld naar aantal takken, voorrangregeling en voorzieningen voor langzaam verkeer (Tabel 4.2 van Arnoldus et al., 2000). Deze kencijfers geven het aantal letselongevallen per 100 miljoen voertuigpassages (zowel snel- als langzaam verkeer), het aantal letselongevallen per kruising per jaar en het aantal slachtoffers per letselongeval. Aan de hand van de gegevens uit bovengenoemde inventarisatie geeft de huidige studie een gedetailleerde beoordeling van de veiligheidsverschillen tussen de onderscheiden typen kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom.

1.2. Voorbereidend onderzoek

Als voorbereiding op deze studie is het gegevensbestand van kruisingen uit de inventarisatie van Arnoldus et al. (2000) gebruikt door Pradhan (2001). Hij heeft voor een deel van de kruisingen de relatie onderzocht tussen het aantal en het soort ongevallen enerzijds en de intensiteit en het soort verkeer anderzijds bij variatie van de volgende factoren:

- aantal takken (drie en vier);
- voorrangregeling (verkeerslichten, voorrangsweg of voorrangskruising en rechts voorrang);
- voorzieningen voor het langzaam verkeer (vrijliggend fietspad, aanliggend fietspad en geen voorziening voor langzaam verkeer);
- aantal gepasseerde voertuigen snelverkeer;
- aantal gepasseerde voertuigen langzaam verkeer.

Met behulp van het multivariate General Linear Model (GLM) heeft Pradhan een voorspellend ongevallenmodel gemaakt. De voorzieningen voor

langzaam verkeer bleken weinig invloed op het aantal letselongevallen te hebben. Naast het ongevallenmodel bevatte de studie van Pradhan een literatuuronderzoek naar de veiligheidsaspecten van kruisingen en voorspellende ongevalsmodellen (Pradhan, 2001).

1.3. Doel van het vervolgonderzoek

In de voorliggende studie is het databestand geanalyseerd met het doel antwoord te krijgen op de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe zijn de kruisingen op verkeersfunctionele kenmerken te onderscheiden?
2. Zijn verschillen in veiligheid tussen de onderscheiden kruisingstypen duidelijk vast te stellen met een risicomaat?
3. Zijn de verschillen in risicowaarden te verklaren?

1.4. Methode van onderzoek

Voor het beantwoorden van de vragen is uitgegaan van de drie ontwerp-principes uit de duurzaam-veilig-aanpak: functionaliteit, homogeniteit en voorspelbaarheid van verkeerssituaties.

Een belangrijk verkeersfunctioneel kenmerk van een verkeersader is de kwaliteit waarmee het doorgaande autoverkeer kan stromen. De duurzaam-veilig-filosofie geeft aan verkeersaders binnen de kom een gebieds-ontsluitende functie met onderscheid naar twee snelheidsregimes: 50 en 70 km/uur.

Bij de eerste vraag worden kruisingen van verkeersaders onderscheiden op de aanwezige snelheidslimiet. Gebleken is dat er in de inventarisatie enkele kruisingen zijn opgenomen met een limiet van 30 km/uur. Wegen met dergelijke kruisingen behoren eigenlijk niet tot de categorie gebieds-ontsluitingswegen, maar ze zijn wel meegenomen in de analyse. De meeste kruisingen hebben een limiet van 50 km/uur en slechts weinig een limiet van 70 km/uur.

Homogeniteit van een verkeerssituatie houdt verband met het aantal en soort conflicten dat volgens de duurzaam-veilig-criteria mag optreden, gegeven de verkeersfunctie en dus de snelheidsmogelijkheden. Het homogeniteitsprincipe speelt dan ook mee bij de onderscheiding van kruispunttypen op andere kenmerken dan de snelheidslimiet.

Bij voorspelbaarheid worden verkeerssituaties vanuit het oogpunt van de weggebruikers beoordeeld. Ervaren zij de vorm- en regelgeving van kruisingen als herkenbaar en begrijpelijk en past het in hun verwachtingspatroon, bijvoorbeeld gegeven het snelheidsregime?

De tweede vraag richt zich op het vinden van een risicomaat waarmee verschillen in verkeersveiligheid vast te stellen zijn, die te maken kunnen hebben met verschillen in potentiële conflicten voor verschillende typen kruisingen, zoals rotondes en kruisingen met een verschillend aantal takken en verschillende voorrangsregelingen. Bij het toetsen van de verschillen tussen kruisingstypen in de risicowaarden wordt rekening gehouden met het aantal gepasseerde voertuigen. De analyse wordt in stappen uitgevoerd. Eerst worden de kruisingen op hun hoofdkenmerken onderscheiden en worden hun risicowaarden onderling vergeleken. Getoetst wordt met de chi-kwadraatmethode. In de tweede stap wordt in detail, voor de frequent voorkomende combinaties van hoofdkenmerken, het verband tussen het

aantal letselongevallen en de motorvoertuigintensiteit geanalyseerd. Hierbij wordt rekening gehouden met de spreiding in het aantal ongevallen volgens de aanname van een Poissonverdeling.

De derde en meest interessante vraag beoogt verklaringen te vinden voor de geconstateerde verschillen in verkeersonveiligheid op diverse kruisingstypen: het aantal letselongevallen gegeven de hoeveelheid voertuigen en de vorm- en regelgeving. Overigens is het goed om te bedenken dat dit een *vergelijkend* onderzoek is; het is dus onjuist om te veronderstellen dat verandering van een van de kenmerken waarop de kruisingstypen verschillen meteen invloed op de risicowaarde zal hebben.

Bij het zoeken naar verklaringen voor verschillen in risicowaarden worden de belangrijkste kruisingstypen beschouwd en worden er voorstellen gedaan voor gedragsonderzoek waarmee specifieke hypothesen getoetst kunnen worden. Zijn de functie en de vormgeving van de verschillende kruisingstypen voldoende duidelijk voor de verschillende weggebruikers? Omdat gegevens over het gedrag van weggebruikers in dit onderzoek niet verzameld zijn, kunnen slechts veronderstellingen over de herkenbaarheid van de kruisingen gegeven worden. Bovendien kunnen nu nog geen aanbevelingen worden gedaan over maatregelen die de onveilig scorende kruisingstypen veiliger zouden maken.

1.5. Leeswijzer

De kruisingen in het gegevensbestand zijn om te beginnen onderscheiden naar de verschillende kenmerken van hun verkeersfunctie (vorm- en regelgeving) en van het passerende verkeer. Ook is het aantal verkeersongevallen gekoppeld aan de locaties van de onderscheiden kruisingen (*Hoofdstuk 2*).

Hoofdstuk 3 introduceert een risicomaat aan de hand waarvan de verkeersonveiligheid van de verschillende typen kruisingen kan worden vergeleken. Een daadwerkelijke vergelijking van kruisingen met verschillende hoofdenkenmerken gebeurt vervolgens in *Hoofdstuk 4*. *Hoofdstuk 5* beschouwt meer gedetailleerd kruisingstypen met speciale combinaties van hoofdkenmerken. Daarbij wordt per kruisingstype het verband aangegeven tussen het aantal ongevallen en de verkeersintensiteit. Deze gedetailleerde kruisingstypen - met onderscheid naar intensiteitsklassen - worden in *Hoofdstuk 6* vervolgens onderling vergeleken.

Hoofdstuk 7 tracht de gevonden verschillen tussen kruisingstypen te interpreteren in het licht van de drie duurzaam-veilig-principes functionaliteit, homogeniteit en voorspelbaarheid. Het rapport wordt afgesloten met een slotbeschouwing met enkele aanbevelingen voor het gebruik van de onderzoeksresultaten (*Hoofdstuk 8*).

Waarschuwing

De verschillen in risicowaarden van kruisingstypen mogen niet uitgelegd worden als het effect van kenmerken waarin deze typen van elkaar verschillen! Dit is immers geen voor- en nastudie waarin de effecten van maatregelen worden onderzocht, maar puur een vergelijkend onderzoek.

2. Kenmerken en typologie van kruisingen

2.1. Indeling naar verkeersfunctie

De inventarisaties van wegkenmerken zijn gehouden in het najaar van 1998 en het voorjaar van 1999 (Arnoldus et al., 2000). Bij deze inventarisaties zijn kruisingen geselecteerd van verkeersaders binnen de bebouwde kom met als extra voorwaarde een reële kans op de aanwezigheid van fiets- en bromfietsverkeer. Dit betekent dat er geen kruisingen in de analyse zijn meegenomen waar alleen snelverkeer gebruik van mag maken en zo ontbreken ook de ongelijkvloerse kruisingen in het bestand.

De kruisingen zijn om te beginnen onderscheiden naar de verschillende kenmerken van hun verkeersfunctie. De verkeersfunctie wordt gezien als het totaal aan mogelijkheden dat aan verplaatsende voertuigen geboden wordt. Het belangrijkste verkeersfunctionele kenmerk waarmee typen kruisingen te onderscheiden zijn, is de snelheidslimiet. Sinds de duurzaam-veilige categorie-indeling van wegen naar stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen, is het snelheidsregime een belangrijk onderscheid tussen categorieën. Nog afgezien van de discussie of stroomwegen binnen de kom wel voor mogen komen, zijn snelheidslimieten op kruisingen van respectievelijk 70, 50 en 30 km/uur typerend voor de verkeersfunctie van kruisingen. In de selectie kruisingen van verkeersaders zitten ook enkele kruisingen met een limiet van 30 km/uur; dit is niet in overeenstemming met de duurzaam-veilige functie van gebiedsontsluitingsweg. In het onderzoek worden deze kruisingen echter wel meegenomen, en wordt de term kruisingen van verkeersaders aangehouden.

Naast het snelheidsregime is er nog een aantal belangrijke functionele vormgevingskenmerken die de kruisingen typeren. Dit is het aantal takken en de voorrangsregeling, dat tevens kenmerkend is voor de homogeniteit van de kruisingen en de voorspelbaarheid van het verkeersgedrag aldaar. Bij een kruising met drie takken is de verkeersfunctie beperkt ten opzichte van die van een kruising met vier takken. Uiteraard onder de voorwaarde dat het verkeer van en naar alle richtingen kan.

Wat de voorrangsregeling betreft heeft de rotonde ten opzichte van het kruispunt een functioneel voordeel: het verkeer, ongeacht van welke richting het komt, heeft vrije doorgang als het zich eenmaal op de kruising bevindt. Bij kruispunten op een voorrangsweg (met bord B1) of bij voorrangskruisingen (met borden B3, B4 of B5) is er een verkeersfunctionele rangorde voor de verschillende takken. Ook bij de normale regeling 'rechts gaat voor links' is er een rangorde naar richting, zij het afhankelijk van de verkeerssituatie. Kruisingen met verkeersregelininstallaties (verkeerslichten) hebben een functionele ordening van de voorrang in tijd, die wordt bepaald door de geprogrammeerde faseregeling. Deze kan eenvoudig zijn, maar ook gecompliceerd, voertuig(soort)afhankelijk en al of niet conflictvrij voor de kruisende verkeersstromen. Als de verkeerslichten niet in werking zijn, geldt een normale of bijzondere voorrangsregeling. In dit onderzoek wordt naar de aanwezigheid van verkeerslichten gekeken, maar niet naar de regeling ervan.

De kruisingen zijn dus op grond van hun verkeersfunctionele kenmerken in te delen, eerst naar snelheidslimiet en verder naar kruispunten en rotondes, dan daarbinnen naar het aantal takken en de voorrangsregeling. Een laatste uitsplitsing is naar het soort fietsvoorziening, dit ter vergelijking met de resultaten van Pradhan (2001). De uitsplitsingen zijn dus:

- kruising met snelheidslimiet van 30, 50 of 70 km/uur;
- kruising als kruispunt of rotonde;
- kruising met drie of vier takken;
- kruising met verschillende voorrangsregelingen: normale voorrangsregeling met rechts voorrang, de bijzondere regelingen, voorrangs-kruising met borden B4 of B5 en op voorrangs-weg met bord B1, de regeling met verkeerslichten, en ingeval van een rotonde: met normale voorrangsregeling (voorrang op rotonde) of met afwijkende voorrangsregeling (fiets- en bromfietsverkeer uit de voorrang);
- kruising met verschillende fietsvoorzieningen: vrijliggend fietspad, aanliggend fietspad en geen fietsvoorziening.

Bijlage 1 bevat een overzicht van de aantallen kruisingen per type in de steekproef. De steekproef bevat geen kruisingen met meer dan vier takken.; ook drietaksrotondes met verkeerslichten ontbreken.

2.2. Verkeerskenmerken

Naast de hierboven genoemde verkeersfunctionele kenmerken van kruisingen zijn uiteraard de kenmerken van het passerende verkeer bepalend voor de verkeersfunctie, en wellicht voor de geregistreerde aantallen ongevallen.

In de inventarisatie van 1998 en 1999 is het verkeer geteld per tak, rijdend naar de kruising toe. Er is onderscheid gemaakt naar:

- personenauto's en motorfietsen;
- bussen, vrachtauto's en overig snelverkeer;
- fietsen;
- bromfietsen;
- snorfietsen en twijfelgevallen tweewielers.

De voertuigpassages zijn geschat op basis van korte indicatieve metingen rond spitsuren. Met beschikbare 24-uurstellingen is vervolgens de simpele vuistregel afgeleid dat een uur lang meten tijdens het spitsuur van een werkdag gemiddeld 8% levert van de gemiddelde totale etmaalintensiteit voor snelverkeer (alle gemotoriseerde voertuigen), en 10% van het langzaam verkeer (alle fietsen en bromfietsen). Over het algemeen geeft deze benadering een fout tot 25 à 30% in vergelijking met 24-uursmetingen. Voor enkele individuele kruisingen kan de fout echter tot 150 à 200% oplopen (Arnoldus et al., 2000). Omdat bij de analyses in dit onderzoek groepen van minimaal tien kruisingen met elkaar worden vergeleken, zal de fout in de gemiddelde intensiteiten veel lager zijn.

Voor een betrouwbaar aantal passages per kruisingstype zijn in deze studie de verschillende verkeerssoorten samengevoegd tot twee hoofdsoorten:

- snelverkeer: personenauto's en motorfietsen, bussen, vrachtauto's en overig snelverkeer;
- langzaam verkeer: fietsen, bromfietsen, snorfietsen en twijfelgevallen tweewielers.

De berekende etmaalintensiteiten voor beide verkeerssoorten in 1999 zouden eigenlijk gecorrigeerd moeten worden tot gemiddelde etmaalintensiteiten over de periode 1994 tot en met 1998, de periode waaruit de ongevalgegevens komen. Dit gaat echter niet goed, omdat het CBS geen betrouwbare cijfers voor verkeersprestaties binnen de bebouwde kom heeft. De groei van het verkeer binnen de kom in de periode vanaf 1994 tot 1999 kan variëren tussen de 0 en 3% per jaar (Janssen, 2004b). Dit zou een correctiefactor van gemiddeld 0,96 betekenen voor de gemeten en de tot jaargemiddelde opgehoogde intensiteiten. Deze correctie zou de resultaten niet of nauwelijks beïnvloeden en is daarom achterwege gelaten.

2.3. Ongevalsekenmerken

Aan de locaties van de geïnterpreteerde kruisingen zijn verkeersongevallen gekoppeld. Vanwege de lage registratiegraad van ongevallen met uitsluitend materiële schade is gekozen voor letselongevallen, dat zijn ongevallen waarbij gewonden of doden zijn geregistreerd. De onderscheiden ongevalskenmerken zijn:

- het totale aantal geregistreerde letselongevallen in de vijfjarige periode 1994-1998;
- het totale aantal slachtoffers bij die letselongevallen;
- het aantal slachtoffers dat in een ziekenhuis is opgenomen;
- het aantal verkeersdoden onder de slachtoffers.

Bijlage 2 geeft een overzicht van de aantallen letselongevallen per type kruising.

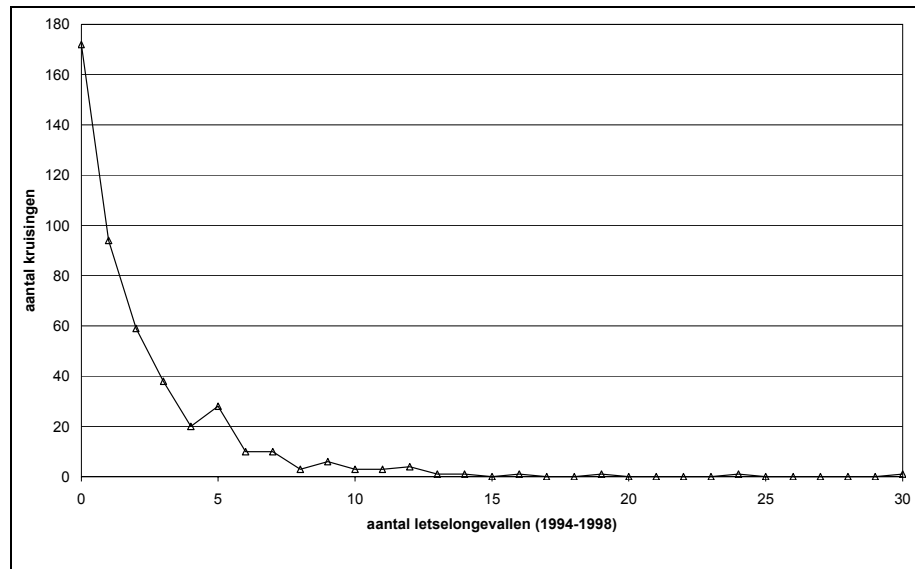
2.4. Kruisingstypologie voor analyses

Een overzicht van de aantallen kruisingen in de steekproef en de aantallen onderverdeeld naar kruisingstype is weergegeven in *Bijlage 1*. Van de 502 kruisingen in de steekproef vallen 8 kruisingen af omdat de gegevens niet compleet zijn. Omdat 38 kruisingen in de periode 1994-1998 zijn omgebouwd tot rotondes, zijn deze kruisingen buiten de hoofdanalyse gehouden. Ze worden wel apart behandeld in *Hoofdstuk 6*. Uiteindelijk blijven er voor de analyse 456 kruisingen over, waarvan de verkeersfunctionele kenmerken gelden voor de gehele periode 1994 tot en met 1998. Deze periode is gelijk aan die waarin de letselongevallen plaatsvonden.

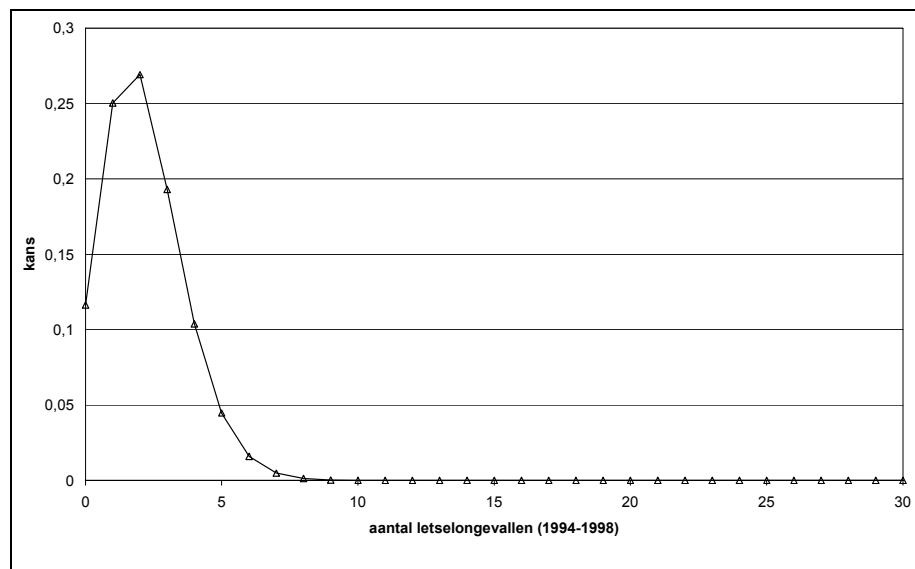
In de kruisingstypologie is, overeenkomstig de verkeersfunctionele indeling, eerst onderscheid gemaakt naar snelheidslimiet en vervolgens naar de functionele kenmerken: kruispunt versus rotonde, aantal takken, de voorrangsregeling en de fietsvoorziening. Ten slotte is er onderscheid gemaakt naar verschillende klassen van verkeersintensiteit op de kruisingen: het aantal gepasseerde motorvoertuigen gemiddeld per dag. Een verdere indeling naar bijvoorbeeld de verhoudingen van hoofd- en zijintensiteiten op de afzonderlijke kruisingstakken is buiten beschouwing gebleven. Deze verschillen daarvoor te weinig. Bovendien zou een verdere uitsplitsing kleine aantallen kruisingen per subgroep opleveren die niet goed te analyseren zijn.

In de periode van 1994 tot en met 1998 vonden op alle kruisingen in het analysebestand in totaal 981 letselongevallen plaats. Het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising is in die periode daardoor 2,15 (981/456). Dit is per jaar 0,43 (2,15/5) letselongevallen per kruising. Het aantal kruisingen

zonder letselongevallen bedraagt 172, dat is 38% van het totale aantal kruisingen. De verdeling van het aantal letselongevallen over het totale aantal kruisingen uit het analysebestand is weergegeven in *Afbeelding 2.1*. De kans op ongevallen blijkt het beste benaderd te kunnen worden met de Poissonverdeling (zie *Afbeelding 2.2* en ook ASVV, 2004, paragraaf 3.3). Te zien is dat de verdeling van het aantal ongevallen met name bij de kleine aantallen nog wel iets afwijkt van een Poissonverdeling.



Afbeelding 2.1. Verdeling van het aantal letselongevallen in de periode 1994-1998 over het aantal kruisingen.

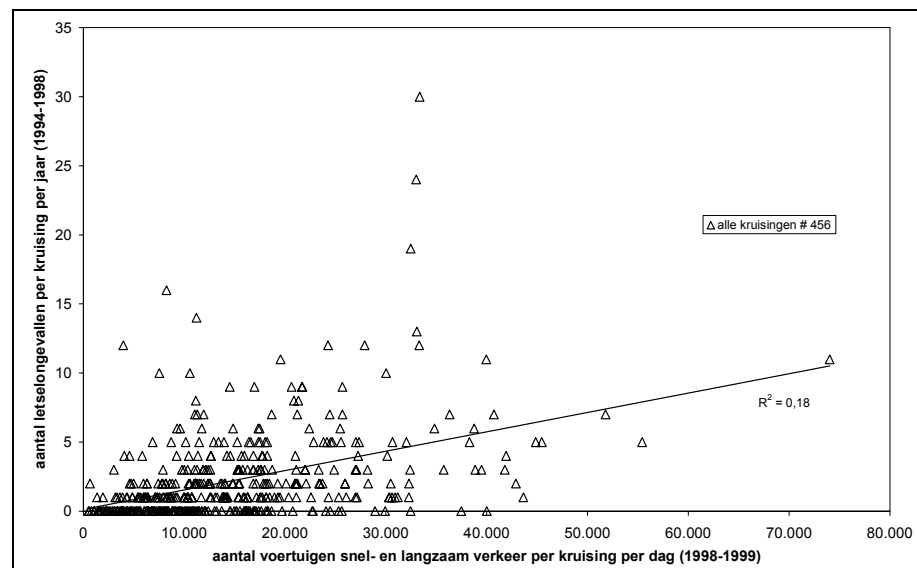


Afbeelding 2.2. Kansverdeling van het aantal letselongevallen op een kruising in de periode 1994-1998 volgens Poisson.

3. Maat voor de verkeersonveiligheid

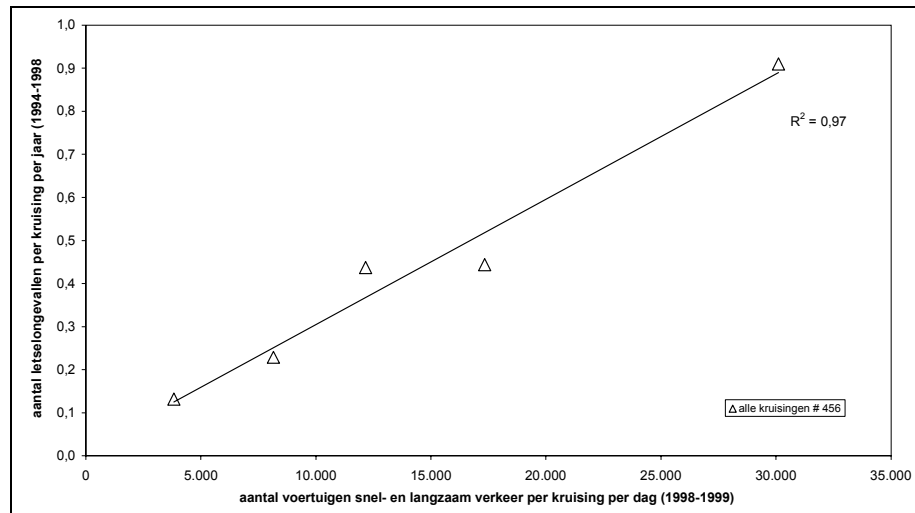
Een algemene omschrijving van een maat voor de verkeersonveiligheid in een bepaalde verkeerssituatie is het aantal geregistreerde ongevallen gedurende een bepaalde tijd, bij een bepaalde hoeveelheid verkeer en onder bepaalde omstandigheden. Op kruisingen is een voor de hand liggende veronderstelling dat bij meer verkeer (expositie) en meer potentiële conflictsituaties, in het algemeen ook meer ongevallen gebeuren. De onveiligheidsmaat voor kruisingen wordt hier dan ook uitgedrukt in het aantal ongevallen per aantal gepasseerde voertuigen en onderscheiden naar kruisingstypen die mogelijk verschillen in potentiële conflicten. Een dergelijke onveiligheidsmaat wordt het risico van een kruising genoemd. Aangezien in dit onderzoek naar letselongevallen is gekeken, is de waarde van het risico hier gelijk aan het aantal letselongevallen dat op een kruising in de periode 1994-1998 is geregistreerd, gedeeld door het aantal voertuigen dat in die periode gebruik heeft gemaakt van die kruising. Let wel: het is een risicomaat voor de kruising en niet het risico van een passerende auto of weggebruiker.

In *Afbeelding 3.1* is voor elk van de 456 kruisingen het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising per jaar uitgezet tegen het gemiddelde aantal passerende voertuigen per dag (de intensiteit van een kruising) van zowel het snelverkeer als het langzaam verkeer in de periode 1994-1998. Er is weliswaar een toename te constateren van het aantal letselongevallen bij een toename van de intensiteit, maar het (lineaire) verband is erg zwak ($R^2 = 0,18$).



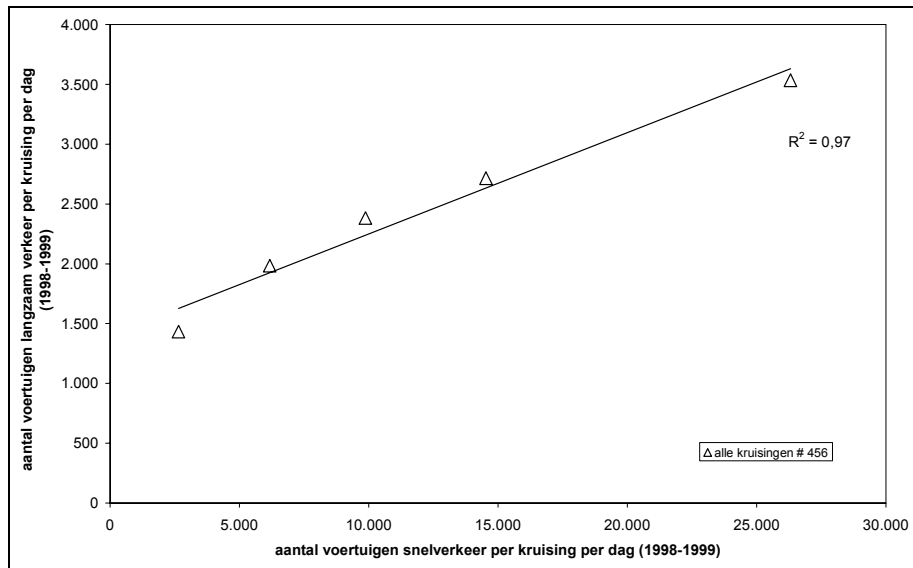
Afbeelding 3.1. Relatie tussen de intensiteit van snel- en langzaam verkeer en het aantal letselongevallen per kruising per jaar op kruisingen van verkeersaders binnen de kom.

Dit zwakke verband wordt vooral bepaald door de Poissonverdeling van de ongevallen. Daardoor zijn er relatief veel kruisingen met weinig of geen letselongevallen, en relatief weinig kruisingen met een hoog aantal letselongevallen. Om het verband tussen het aantal letselongevallen en de intensiteit op de kruisingen beter in beeld te brengen worden de kruisingen in vijf intensiteitsklassen met evenveel kruisingen ingedeeld. In elke klasse wordt het aantal letselongevallen, gemiddeld per kruising, uitgezet tegen de intensiteit, gemiddeld per kruising. In *Afbeelding 3.2* is nu een sterk (lineair) verband te zien ($R^2 = 0,97$).



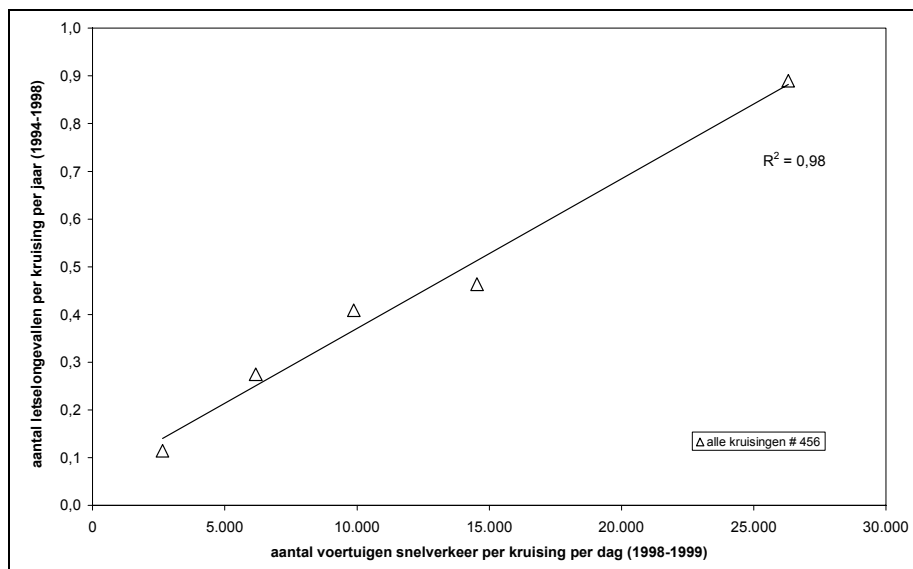
Afbeelding 3.2. Relatie tussen de gemiddelde intensiteit van snel- en langzaam verkeer voor vijf intensiteitsklassen en het aantal letselongevallen per kruising per jaar op kruisingen van verkeersaders binnen de kom.

Uit de telgegevens blijkt dat het snelverkeer met gemiddeld 12.000 voertuigen in de meerderheid is ten opzicht van het aantal voertuigen langzaam verkeer met gemiddeld 2.400 fietsen en bromfietsen. Tussen de intensiteiten van snelverkeer en langzaam verkeer is er ook een verband aantoonbaar wanneer de kruisingen in vijf klassen van motorvoertuig-intensiteit worden ingedeeld. Dit verband is weergegeven in *Afbeelding 3.3*. Een stijging van het langzaam verkeer gaat samen met een toename van het snelverkeer (bij een aanname van een lineair verband geldt $R^2 = 0,97$).



Afbeelding 3.3. Relatie tussen het aantal voertuigen snelverkeer en het aantal voertuigen langzaam verkeer per kruising per dag op kruisingen van verkeersaders binnen de kom voor vijf klassen van motorvoertuigintensiteit.

Gegeven deze sterke relatie tussen de intensiteiten van snel- en langzaam verkeer, is bij de verdere analyses het aantal letselongevallen alleen uitgezet tegen de intensiteit van het snelverkeer. Afbeelding 3.4. geeft het verband tussen de vijf intensiteitsklassen van het snelverkeer en het aantal letselongevallen per kruising per jaar (bij een aanname van een lineair verband geldt $R^2 = 0,98$).



Afbeelding 3.4. Relatie tussen de gemiddelde motorvoertuigintensiteit voor vijf klassen en het aantal letselongevallen per kruising per jaar op kruisingen van verkeersaders binnen de kom.

Zoals gezegd is de risicomaat voor kruisingen het aantal letselongevallen per aantal gepasseerde motorvoertuigen binnen een bepaalde tijdsperiode.

Deze risicomaat is per intensiteitsklasse ook in de grafiek zichtbaar te maken. Vanuit elk punt dat de gemiddelde waarde voor een intensiteitsklasse vertegenwoordigt, is een lijn te trekken naar de oorsprong van de grafiek. De tangens van de hoek die deze lijn maakt met de horizontale as geeft het aantal letselongevallen per aantal motorvoertuigpassages per tijdseenheid, dus de waarde van de risicomaat.

Deze maat is goed te gebruiken bij de vergelijking van gemiddelde risico's van een groep van kruisingen ten gevolge van een bepaalde hoeveelheid motorvoertuigen die de kruisingen passeert. Dit wordt in de volgende hoofdstukken dan ook op die wijze gedaan. Ook in de praktijk is dit een bruikbare vergelijkingsmaat voor de onveiligheid van kruisingen waarbij rekening gehouden moet worden met de hoeveelheid verkeer.

Bijlage 3 geeft een overzicht van de risicowaarden van alle onderscheiden kruisingstypen afzonderlijk, in aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen.

4. Vergelijking van kruisingstypen op hoofdkenmerken

In dit hoofdstuk worden de kruisingen op hun (verkeersfunctionele) hoofdkenmerken onderscheiden, en wordt de veiligheid tussen de verschillende klassen hiervan vergeleken. De hoofdkenmerken en hun klassen zijn:

- snelheidslimiet van 30, 50 of 70 km/uur;
- kruispunt of rotonde;
- drie of vier takken;
- rechts voorrang, voorrangskruising, voorrangsweg, met verkeerslichten, of ingeval van een rotonde: fiets- en bromfietsverkeer in of uit de voorrang;
- vrijliggend fietspad, aanliggend fietspad of geen fietsvoorziening.

Deze vergelijking tussen de klassen van een hoofdkenmerk gebeurt met als risicowaarde het aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen (lo/vp).

Vanuit verkeerskundig oogpunt zijn risicowaarden van kruisingstypen pas goed vergelijkbaar als de kruisingen ook een vergelijkbare intensiteit hebben (zie ook het vorige hoofdstuk). In *Hoofdstuk 5* wordt het verband tussen ongevallen en intensiteit voor de kruisingen meer in detail behandeld. Voor de risicovergelijkingen op de hoofdkenmerken wordt in dit hoofdstuk ook aangegeven of de vergeleken kruisingstypen ook onderling verschillen in gemiddelde intensiteit.

Behalve in aantal, zouden letselongevallen op bepaalde kruispunttypen ook kunnen verschillen in ernstgraad. Daarom wordt naast een vergelijking van de risicowaarde ook een beoordeling gegeven van het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval en het aantal ziekenhuisgewonden per honderd slachtoffers.

Bij vermenigvuldiging van de risicowaarde (lo/vp) met bovengenoemde ernstmaten krijgt men desgewenst risico's uitgedrukt in het aantal slachtoffers per miljoen motorvoertuigpassages, respectievelijk ziekenhuisgewonden per 100 miljoen motorvoertuigpassages. In deze rapportage wordt volstaan met de risicowaarde uitgedrukt als aantal letselongevallen per miljoen motorvoertuigpassages (lo/vp).

Bij de vergelijking van risicowaarden wordt de chi-kwadraattoets gebruikt. Hiermee wordt het verschil getoetst tussen het aantal geregistreerde letselongevallen op een kruisingstype en het 'verwachte' aantal letselongevallen. Het 'verwachte' aantal letselongevallen van bijvoorbeeld kruisingstypen A en B wordt berekend uit het totale aantal geregistreerde ongevallen op A en B samen, verdeeld volgens de verhouding van de verkeersprestaties van A en B. De chi-kwadraat is het kwadraat van het verschil tussen verwachte en geobserveerde waarde, gedeeld door de verwachte waarde. Er is gekozen voor een tweezijdige toetsing met een betrouwbaarheid van 90%. Dit betekent dat een verschil significant is als de berekende chi-kwadraat groter is dan de chi-kwadraat bij een foutkans van 10% ($P=0,10$).

In *Bijlage 4 (Tabellen B4.1 t/m B4.5)* zijn de kruisingstypen onderscheiden naar de vijf hoofdkenmerken: snelheidslimiet, kruispunt/rotonde, aantal takken en voorrangsregeling en fietsvoorziening. Binnen deze hoofdkenmerken worden steeds twee of meer klassen vergeleken en getoetst.

Ook worden de conclusies van deze vergelijkingen vermeld. Wanneer het verschil van twee risicowaarden significant is dan wordt dit verschil in procenten aangegeven. Dit is het geval wanneer de chi-kwadraat bij $P = 0,10$ en vrijheidsgraad 1, de waarde 2,706 heeft.

Vergelijking van de kruisingstypen wordt in dit hoofdstuk ook weergegeven in afbeeldingen. Elk kruisingstype wordt gerepresenteerd door een punt, waarbij het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising (van dat type) per jaar (verticale as) is afgezet tegen de gemiddelde intensiteit van het snelverkeer op dat type kruising (horizontale as). Een lijn vanuit elk punt naar de oorsprong geeft de risicowaarde aan: de tangens van de hoek van die lijn met de horizontale as (het aantal letselongevallen per aantal voertuigen).

4.1. Alle kruisingstypen

In de analyse zijn 456 kruisingen meegenomen. Het totale aantal geregistreerde letselongevallen in de onderzoeksperiode van vijf jaar bedraagt 981.

De absolute verkeersonveiligheid wordt hier uitgedrukt in het aantal letselongevallen per kruising per jaar. Het gemiddelde over de onderzoeksperiode voor alle kruisingen is dus: $981 : 456 : 5 = 0,43$ letselongevallen per kruising per jaar.

Uit het databestand blijkt dat er in de onderzoeksperiode per dag gemiddeld 11.900 motorvoertuigen en 2.400 fietsers en bromfietsers de kruisingen zijn gepasseerd. De gemiddelde verkeersprestatie voor het snelverkeer is per kruising: $11.900 \times 365 \times 5 = 21,7$ miljoen voertuigen in vijf jaren. Voor alle 456 kruisingen is de verkeersprestatie in totaal: $21,7 \times 456 = 9.900$ miljoen voertuigen in vijf jaren. Het gemiddelde risico voor alle kruisingen is dus: $981 : 9.900 = 0,10$ letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen (lo/vp).

Het totale aantal slachtoffers is 1.167. Het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval is derhalve $1.167 : 981 = 1,19$.

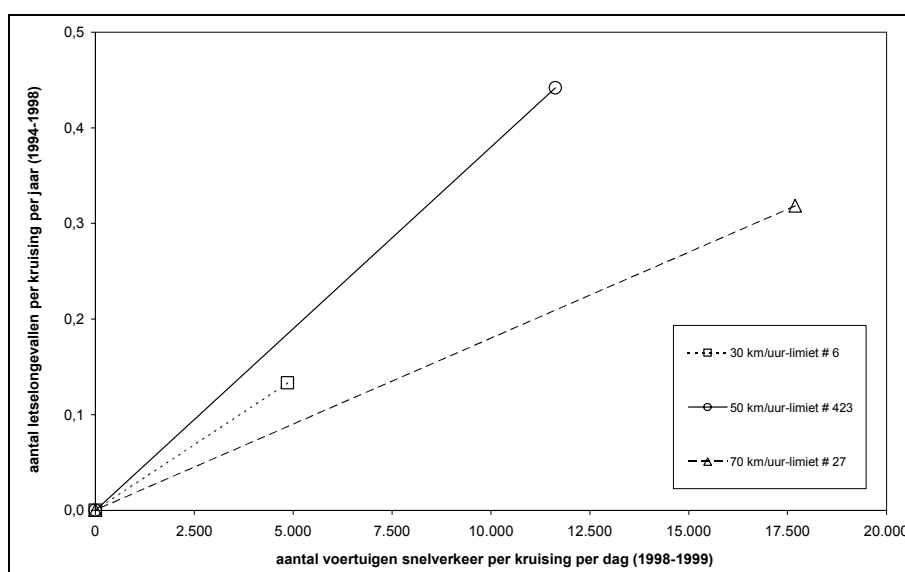
Het totale aantal ziekenhuisgewonden is 202, waarmee het aantal ziekenhuisgewonden op gemiddeld 17 per 100 slachtoffers komt.

Het aantal verkeersdoden per 100 slachtoffers is 1,5. Door het statistisch gezien lage absolute aantal verkeersdoden van 17, het totaal voor alle kruisingen over de gehele periode van vijf jaar, is deze ernstmaat niet betrouwbaar en blijft ze verder buiten beschouwing.

4.2. Kruisingen met verschillende snelheidslimiet

Tabel B4.1 in Bijlage 4 vergelijkt de kruisingen met de snelheidslimieten 30, 50 en 70 km/uur. De 27 kruisingen met een limiet van 70-km/uur hebben gemiddeld het laagste aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen (lo/vp=0,05). Het hoogste gemiddelde (lo/vp=0,10) scoren de 423 kruisingen met een limiet van 50 km/uur. Daartussen ligt het gemiddelde (lo/vp=0,08) van de 6 kruisingen met een limiet van 30 km/uur. Bij vergelijking van de 50 met de 70 km/uur-kruisingen is het verschil van de gemiddelde risicowaarden significant. Het risico op kruispunten met 50 km/uur is 111% hoger dan op kruispunten met 70 km/uur.

De vergelijkingen van de 50 resp. de 70 km/uur-kruisingen met de 30 km/uur-kruising laten geen significante verschillen zien. Dit wordt vooral veroorzaakt door het geringe aantal kruisingen met een limiet van 30 km/uur.



Afbeelding 4.1. Vergelijking van kruisingen naar snelheidslimiet.

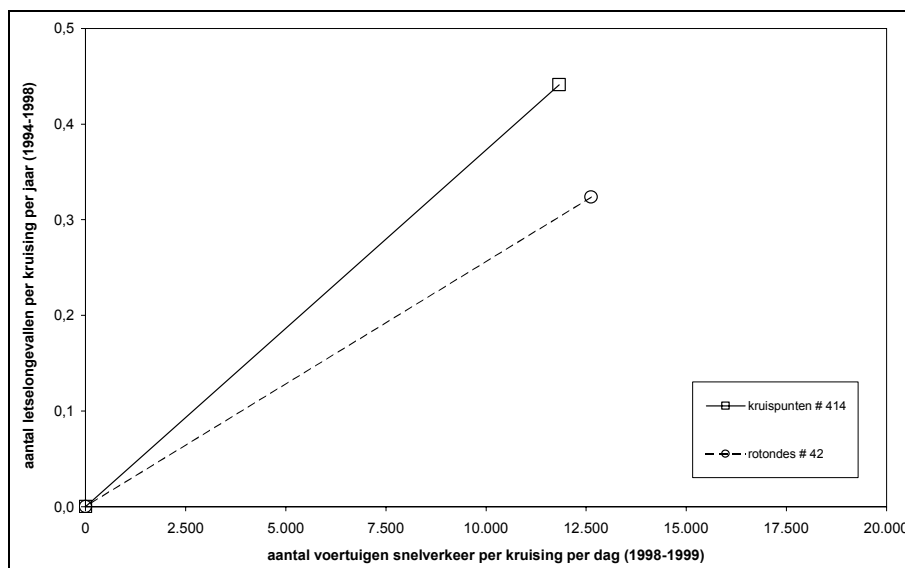
Afbeelding 4.1 laat zien dat de gemiddelde motorvoertuigintensiteiten van deze kruisingstypen niet gelijk zijn; de hoogste waarde geldt voor de 70 km/uur- (16.800), een lagere waarde voor de 50 km/uur- (11.700) en de laagste waarde voor de 30 km/uur-kruisingen (4.900).

Beoordeeld op het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising per jaar, zijn de 50 km/uur-kruisingen (0,44) het meest ongunstig, gevolgd door de 70 (0,32) en de 30 km/uur-kruisingen (0,13).

Zowel het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval als het gemiddelde aantal ziekenhuiscgewonden per 100 slachtoffers is voor de kruisingen met een limiet van 70 km/uur (resp. 1,28 en 29) hoger dan voor de kruisingen met 50 km/uur-limiet (resp. 1,19 en 17). Het verschil in aantal slachtoffers per letselongeval is niet significant; het verschil in het aandeel ziekenhuiscgewonden onder hen wel: op kruisingen met een 50 km/uur-limiet is deze laatste ernstmaat 43% lager dan op kruisingen met een limiet van 70 km/uur. Bij de 30 km/uur-kruisingen worden beide ernstmaten onbetrouwbaar.

4.3. Kruispunten en rotondes

Tabel B4.2 vergelijkt de kruispunten en de rotondes. De 414 kruispunten (lo/vp=0,10) hebben een significant hoger gemiddeld aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen dan de 42 rotondes (lo/vp=0,07). Dit verschil is significant. Het risico op kruispunten is 45% hoger dan op rotondes.



Afbeelding 4.2. *Vergelijking van kruispunten en rotondes.*

Afbeelding 4.2 laat zien dat kruispunten iets minder belast zijn dan rotondes (11.800 versus 12.600 motorvoertuigen per dag). Het gemiddelde aantal letselongevallen per jaar is hoger voor kruispunten (0,44) dan voor rotondes (0,32).

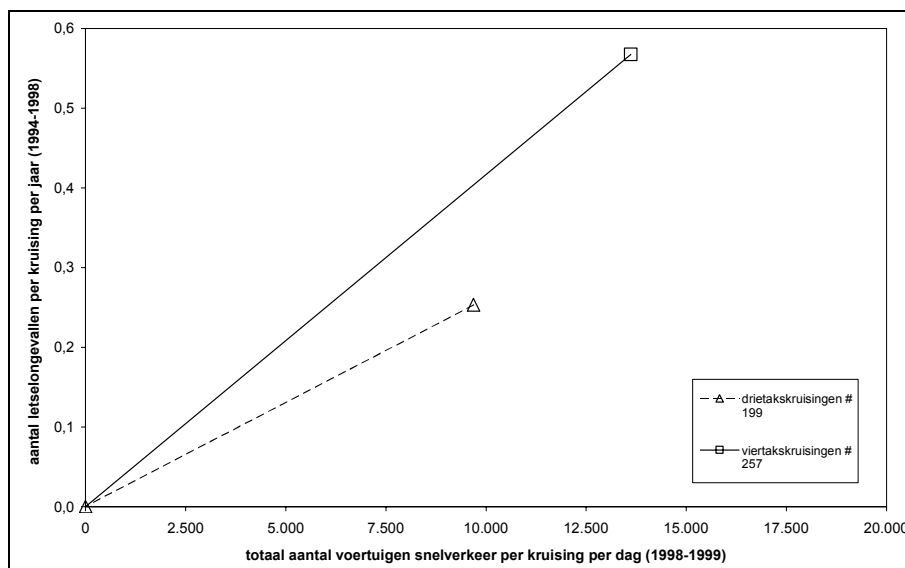
Het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval ligt op kruispunten iets hoger dan op rotondes (1,20 versus 1,10). Bij het gemiddelde aantal ziekenhuisgewonden per 100 slachtoffers is het juist omgekeerd (17 versus 20). Deze verschillen zijn niet significant.

4.4. **Drietaks- en viertakskruisingen**

De 199 drietakskruisingen ($lo/vp=0,07$) hebben een significant lager gemiddeld aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen dan de 257 viertakskruisingen ($lo/vp=0,11$; zie *Tabel B4.3*). Het risico op kruisingen met drie takken is 37% lager dan op kruisingen met vier takken.

Drietakskruispunten zijn duidelijk minder belast dan viertakskruisingen (9.700 versus 13.600 motorvoertuigen per dag). Het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising per jaar is ook lager voor drietakskruispunten (0,25) dan voor viertakskruisingen (0,57).

Zowel voor het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval als voor het gemiddelde aantal ziekenhuisgewonden per 100 slachtoffers zijn de drietakskruisingen (resp. 1,14 en 16) gunstiger dan de viertakskruisingen (resp. 1,21 en 18). Deze verschillen zijn niet significant.



Afbeelding 4.3. Vergelijking van drie- en viertakskruisingen.

4.5. Kruisingen met verschillende voorrangsregeling

Tabel B4.4 vergelijkt de kruisingen met verschillende voorrangsregelingen. Hier is bovendien onderscheid gemaakt tussen kruispunten en rotondes omdat de voorrangsregelingen van deze typen wezenlijk verschillen.

In aflopende volgorde van de risicowaarden zijn de kruispunten met verschillende voorrangsregeling:

- 144 kruispunten met verkeerslichten ($l_0/v_p=0,11$);
- 134 kruispunten op voorrangsweg ($l_0/v_p=0,09$);
- 73 kruispunten met voorrangskruising ($l_0/v_p=0,09$);
- 63 kruispunten zonder voorrangsregeling ($l_0/v_p=0,06$).

Bij de rotondes is het risico 0,07 letselgevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen voor zowel de 26 rotondes met fietsers in de voorrang, als voor de 15 rotondes met fietsers uit de voorrang. Beide typen rotondes hebben vrijwel dezelfde gemiddelde intensiteiten, zowel voor het snelverkeer (12.400 / 12.100) als voor het langzaam verkeer (2.600 / 2.600).

De kruisingstypen zijn steeds twee aan twee vergeleken op de risicowaarde. Het risico op kruispunten met verkeerslichten is:

- 19% hoger dan op kruispunten op voorrangsweg;
- 21% hoger dan op kruispunten met voorrangskruising;
- 81% hoger dan op kruispunten zonder voorrangsregeling;
- 49% hoger dan op rotondes met fietsers in de voorrang;
- 55% hoger dan op rotondes met fietsers uit de voorrang;
- 30% hoger dan op de kruisingen zonder verkeerslichten, incl. rotondes;
- 26% hoger dan op kruispunten zonder verkeerslichten, excl. rotondes;
- 51% hoger dan op rotondes.

Het risico op kruispunten op een voorrangsweg is:

- niet hoger of lager dan op kruispunten met voorrangskruising;
- 53% hoger dan op kruispunten zonder voorangsregeling;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang

Het risico op kruispunten met voorrangskruising is:

- 50% hoger dan op kruispunten zonder voorangsregeling;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang.

Het risico op kruispunten zonder voorangsregeling is:

- 35% lager dan op kruispunten op voorrangsweg;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang;
- niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang;
- 34% lager dan op kruispunten met voorangsregeling.

Het risico op rotondes met fietsers in de voorrang is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang.

Verder geldt dat:

- het risico op kruispunten met verkeerslichten 26% hoger is dan op kruispunten zonder verkeerslichten (dus excl. rotondes);
- het risico op kruispunten zonder verkeerslichten niet hoger of lager is dan op rotondes;
- het risico op kruispunten met voorangsregeling 27% hoger is dan op rotondes;
- het risico op rotondes 28% lager is dan op kruispunten.

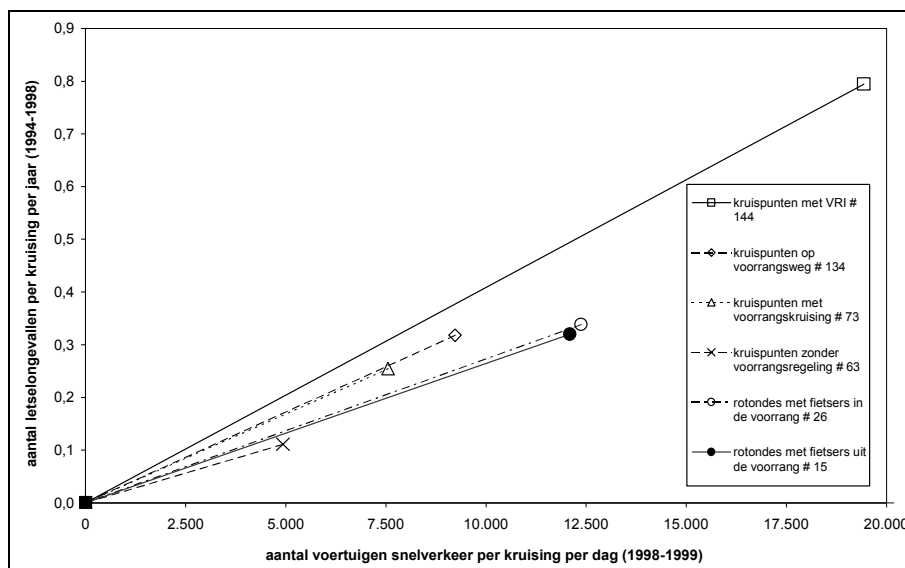
De kruispunten met verkeerslichten hebben dus in vergelijking met elk van de andere kruispunttypen steeds een significant hogere risicowaarde. De kruispunten zonder voorangsregeling daarentegen hebben in vergelijking met de andere typen steeds een significant lagere risicowaarde.

In *Afbeelding 4.4* zijn de kruisingen met de verschillende voorangsregelingen weergegeven. Het gemiddelde aantal voertuigen voor de kruisingstypen is verschillend. Kruisingen zijn verkeerskundig gezien eenvoudiger te vergelijken als de intensiteiten in dezelfde orde van grootte liggen.

In volgorde van het aantal voertuigen per dag:

- kruispunten zonder voorangsregeling (4.900);
- kruispunten met voorrangskruising (7.500);
- kruispunten op voorrangsweg (9.200);
- rotondes met fietsers uit de voorrang (12.100);
- rotondes met fietsers in de voorrang (12.400);
- kruispunten met verkeerslichten (19.400).

De beide typen rotondes zijn in dit opzicht het best vergelijkbaar.



Afbeelding 4.4. *Vergelijking van kruisingen met verschillende voorangsregeling.*

De ene rotonde in de steekproef met verkeerslichten is hier buiten beschouwing gelaten. Daar zijn geen ongevallen geregistreerd en de intensiteit (27.000 motorvoertuigen) ligt boven de gemiddelden voor de andere kruisingen.

Bij de kruispunten neemt het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval af in de volgorde: verkeerslichten, voorrangsweg, voorrangskruising en geen voorangsregeling (resp. 1,22 / 1,18 / 1,11 / 1,09). Het gemiddelde aantal ziekenhuisgewonden per 100 slachtoffers neemt in die volgorde eerder toe dan af (resp. 17, 16, 18, 18).

Bij de rotondes is de eerste ernstmaat hoger bij fietsers uit de voorrang dan in de voorrang (1,17 versus 1,07). Dat is ook het geval bij de tweede ernstmaat (29 versus 15).

Voor geen van de ernstmaten zijn de verschillen significant.

4.6. **Kruisingen met verschillende fietsvoorzieningen**

Tabel B4.5 vergelijkt de kruisingen met verschillende fietsvoorzieningen.

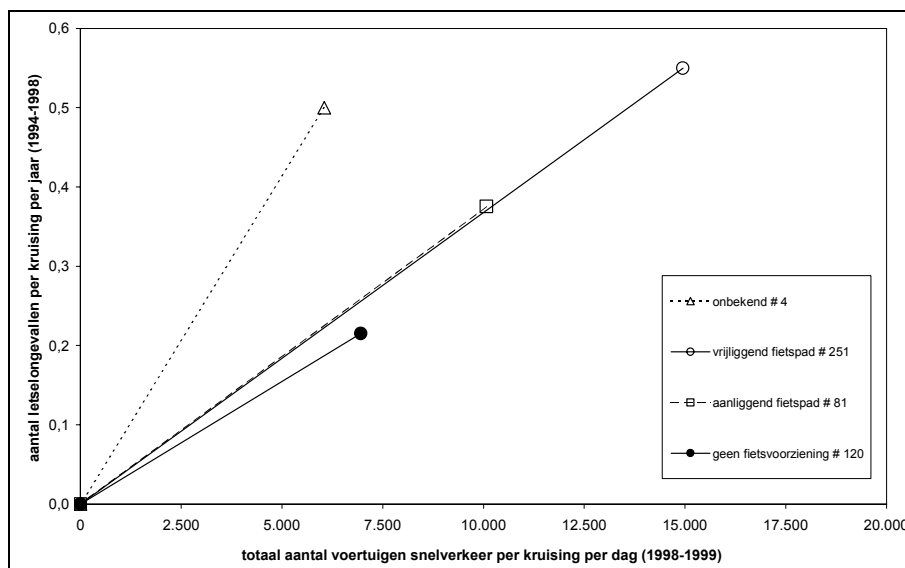
Vrijliggende fietspaden zijn aanwezig op 251 kruisingen. De risicowaarde is daar gelijk aan die voor de 81 kruisingen met aanliggende fietspaden ($Io/vp=0,10$). De risicowaarde voor de 120 kruisingen zonder fietsvoorzieningen ligt iets lager ($Io/vp=0,08$).

Van vier kruisingen is niet bekend of ze fietsvoorzieningen hebben; ze blijven verder buiten beschouwing.

De kruisingstypen zijn steeds twee aan twee vergeleken op de risicowaarde. Het risico op kruisingen met vrijliggend fietspad is:

- niet hoger of lager dan op kruisingen met aanliggend fietspad;
- 19% hoger dan op kruisingen zonder fietsvoorziening.

Het risico op kruisingen met aanliggend fietspad is niet hoger of lager dan op kruisingen zonder fietsvoorziening.



Afbeelding 4.5. *Vergelijking van kruisingen met verschillende fietsvoorzieningen.*

De rangorde in intensiteit van het snelverkeer neemt – volgens verwachting – toe van geen fietsvoorziening (7.000) via aanliggend fietspad (10.100) naar vrijliggend fietspad (14.900). Het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising per jaar neemt in dezelfde volgorde toe (resp. 0,22 / 0,38 / 0,55; zie *Afbeelding 4.5*).

Het gemiddelde aantal slachtoffers per letselongeval neemt af in de volgorde van: vrijliggende fietspaden, geen fietsvoorzieningen en aanliggende fietspaden (resp. 1,22 / 1,16 / 1,10). Het gemiddelde aantal ziekenhuisgewonden per 100 slachtoffers neemt af in dezelfde volgorde (resp. 18, 14, 15).

Voor geen van de ernstmaten zijn de verschillen significant.

4.7. Conclusies

De risicoanalyses van kruisingen op hoofdkenmerken worden in deze paragraaf samengevat.

Een gemiddeld lagere risicowaarde is geconstateerd op:

- kruisingen met een snelheidslimiet van 70 km/uur ten opzichte van kruisingen met een limiet van 50 km/uur (53% lager);
- rotondes ten opzichte van kruispunten (31% lager);
- drietakskruisingen ten opzichte van viertakskruisingen (37%);
- kruisingen zonder verkeerslichten ten opzichte van kruisingen met verkeerslichten (23%);
- kruispunten zonder voorrangregeling (met alleen de algemene regel van rechts voorrang) ten opzichte van kruispunten met voorrangregeling (voorrangsweg of voorrangskruising) (35%);
- kruisingen zonder fietsvoorziening ten opzichte van kruisingen met vrijliggend fietspad (16%).

De intensiteit van motorvoertuigen neemt toe in de volgorde van:

- kruisingen met 30, 50, 70 km/uur-limiet;
- kruispunten, rotondes (relatief klein verschil);
- drie-, viertakskruisingen;
- kruisingen zonder voorangsregeling, voorrangskruisingen en kruisingen op voorrangsweg (klein verschil), rotondes met fietsers uit en in de voorrang (nauwelijks verschil), kruisingen met verkeerslichten;
- kruisingen zonder fietsvoorziening, aanliggend fietspad, vrijliggend fietspad.

De waarden voor de ernstmaten per kruisingstype, het aantal slachtoffers per letselongeval en het aantal ziekenhuisgewonden per 100 slachtoffers, kunnen aanleiding zijn eerdere uitspraken over de risicowaarde te nuanceren. Door de relatief lage aantallen ziekenhuisgewonden per aantal motorvoertuigpassages, zijn de volgende uitspraken alleen indicatief (de risicowaarde met het aantal verkeersdoden blijft om dezelfde reden buiten beschouwing):

- de hogere ernstmaten op kruisingen met 70 km/uur - vergeleken met 50 km/uur - verkleinen het voordeel van de lagere risicowaarde op kruisingen met 70 km/uur vrij fors;
- de lagere ernstmaat voor slachtoffers, in combinatie met de hogere ernstmaat voor ziekenhuisgewonden op rotondes - vergeleken met kruispunten - verkleint het voordeel van de lagere risicowaarde op rotondes iets;
- de gunstiger ernstmaten voor drietakskruisingen in vergelijking met viertakskruisingen, vergroten het voordeel van de lagere risicowaarde voor drietakskruisingen;
- de ernstmaten voor kruisingen zonder voorangsregeling, vergeleken met kruisingen met verkeerslichten, vergroten het voordeel van de lagere risicowaarde voor kruisingen zonder voorangsregeling iets;
- de gunstiger ernstmaten voor kruisingen zonder fietsvoorziening vergroten het voordeel van de lagere risicowaarde in vergelijking met kruisingen met vrijliggend fietspad.

De verschillen in risicomaten worden in de volgende hoofdstukken op gedetailleerde verkeersfunctionele kenmerken van de kruisingen onderzocht, steeds in relatie met de hoeveelheid verkeer. In *Hoofdstuk 3* is al voorgesteld naar het verband te kijken tussen de hoeveelheid snelverkeer en het aantal letselongevallen. Dit gebeurt voor de meest voorkomende gedetailleerde kruisingstypen in *Hoofdstuk 5*. Deze kruisingstypen worden in *Hoofdstuk 6* onderling vergeleken op de risicowaarden.

5. Verband tussen aantal letselongevallen en intensiteit

Voor een aantal gedetailleerde kruisingstypen is gekeken naar het verband tussen het aantal letselongevallen per jaar en de intensiteiten van het snelverkeer. Er is gekeken naar kruisingen met combinaties van de hoofdkenmerken snelheidslimiet, kruispunt of rotonde, aantal takken en voorrangregeling. (Een verdere uitsplitsing naar type fietsvoorzieningen is niet gedaan, omdat dit te kleine aantallen kruisingen zou opleveren.) Deze toespitsing naar kruisingstype moet zoveel mogelijk garanderen dat de relatie tussen intensiteit en ongevallen niet verstoord wordt door verschillen in de verkeersfunctionele kenmerken.

De kruisingen zijn per type (combinatie van snelheidslimiet, kruispunt/rotonde, aantal takken en voorrangregeling) eerst gerangschikt naar intensiteit van het snelverkeer. Een groep van 30 of meer kruisingen is in drie gelijke of bijna gelijke intensiteitsklassen van ten minste 10 kruisingen ingedeeld. Typen met 20 tot 29 kruisingen zijn in twee klassen ingedeeld. Kruisingstypen met minder dan 20 kruisingen in het analysebestand zijn niet meegenomen. Om deze reden zijn alleen kruisingen met een 50 km/uur-limiet beschouwd, namelijk de volgende typen:

- drietakskruispunten met verkeerslichten;
- drietakskruispunten op een voorrangsweg;
- drietakskruispunten met voorrangskruising;
- drietakskruispunten met voorrang van rechts;
- viertakskruispunten met verkeerslichten;
- viertakskruispunten op een voorrangsweg;
- viertakskruispunten met voorrangskruising;
- viertakskruispunten met voorrang van rechts;
- rotondes met vier takken.

Voor elk kruisingstype wordt in dit hoofdstuk de relatie tussen het aantal letselongevallen en intensiteit grafisch weergegeven, analoog aan *Afbeelding 3.4*. Per kruisingstype wordt in elke intensiteitsklasse het gemiddelde aantal letselongevallen uitgezet tegen de gemiddelde intensiteit van die klasse. De twee of drie punten die zo ontstaan, worden onderling verbonden met een lijn. Deze lijn is een globale weergave van het verband tussen het aantal letselongevallen en de intensiteit, geldend voor de kruisingen van het betreffende type. Of de risicowaarden in deze twee of drie intensiteitsklassen significant van elkaar verschillen, wordt getoetst met de chi-kwadraatmethode.

Behalve het grafische verband tussen letselongevallen en intensiteit per kruisingstype, wordt ook de betrouwbaarheid ervan grafisch weergegeven. Dit gebeurt in de vorm van een (verticale) spreiding rond de gemiddelde waarden van het aantal letselongevallen per kruising. (De intensiteit heeft ook een spreiding rond de gemiddelde waarde per klasse, maar deze is in vergelijking met die van de ongevallen te verwaarlozen.) De spreiding in het aantal letselongevallen bij een Poissonverdeling (zie *Paragraaf 2.4*) wordt benaderd door de formule $n \pm \alpha\sqrt{n}$. Hierbij is n gelijk aan het gemiddelde aantal letselongevallen en de factor $\alpha = 1,65$ bij een betrouwbaarheid van 90%. De spreiding wordt in elke afbeelding als een boven- en ondergrens weergegeven.

Zoals gezegd is het in dit hoofdstuk niet mogelijk om de kruisingstypen verder uit te splitsen naar het soort fietsvoorzieningen, omdat dit te kleine aantallen

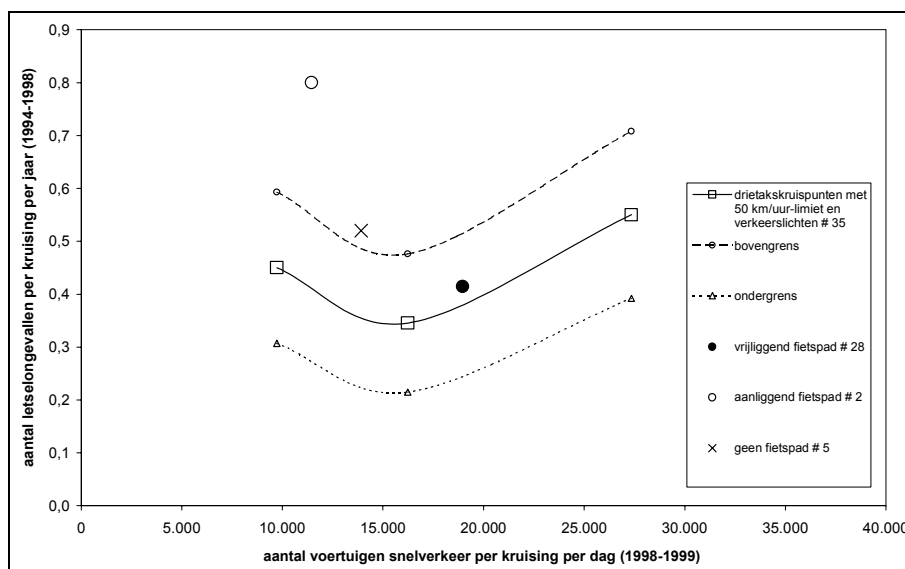
krusingen zou opleveren. Wel worden voor elk combinatie van hoofdkenmerken de gemiddelde waarden voor de krusingen met vrijliggend, aanliggend of zonder fietspad als afzonderlijke punten in de grafiek weergegeven. De ligging van deze punten ten opzichte van het spreidingsgebied van het kruisingstype kan aanleiding zijn voor een nadere analyse.

5.1. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten

Tabel B5.1 (in Bijlage 5) vergelijkt de intensiteitsklassen van de 35 drietakskruisingen met een 50 km/uur-limiet en verkeerslichten. Voor de laagste klasse (gemiddeld 9.700 motorvoertuigen per dag) is de gemiddelde risicowaarde het grootst ($lo/vp=0,13$). De twee hogere klassen (16.200 en 27.300 motorvoertuigen per dag) hebben lagere en praktisch gelijke waarden ($lo/vp=0,06$). De toets voor de risicowaarden levert de volgende significante verschillen voor intensiteitsklassen van drietakskruisingen met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten:

- Het risico in klasse 1 is 117% hoger dan in klasse 2.
- Het risico in klasse 1 is 130% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 1 is 125% hoger dan in klassen 2+3.
- Het risico in klasse 3 is 35% lager dan in klassen 1+2.

Afbeelding 5.1 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen grafisch weer voor de drietakskruisingen met een 50 km/uur-limiet en verkeerslichten. De meeste kruisingen van dit type hebben een vrijliggend fietspad: 28 van de 35 kruisingen (80%). Met aanliggend fietspad zijn er slechts 2 kruisingen (6%) en zonder fietsvoorziening 5 kruisingen (14%). Beide laatste subtypen liggen aan de kant van de lage intensiteitsklasse en 'boven het spreidingsgebied', dat wil zeggen aan de onveilige kant. Alhoewel de kruisingsaantallen gering zijn, zou bij dit type kruising verondersteld kunnen worden dat de relatief hoge risico's in de laagste intensiteitsklasse verband houden met een hoger aandeel van kruispunten met een aanliggend fietspad of van kruispunten zonder fietspad.

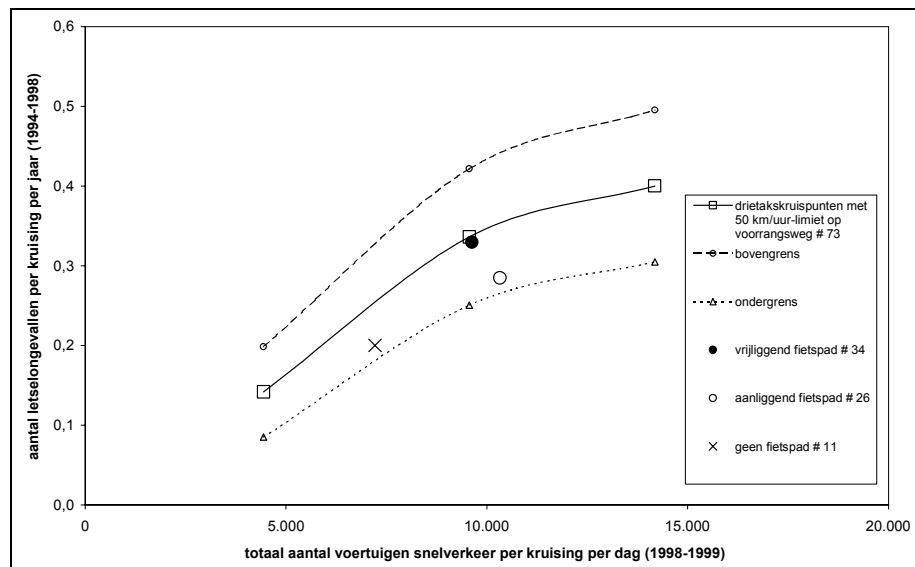


Afbeelding 5.1. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drietakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.2. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg

De intensiteitsklassen van de 73 drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet gelegen op een voorrangsweg, worden vergeleken in *Tabel B5.2*. De risicowaarden voor de drie intensiteitsklassen liggen dicht bij het gemiddelde voor het kruisingstype ($l_0/v_p=0,09$). De middelste klasse (gemiddeld 9.600 motorvoertuigen per dag) heeft de grootste waarde ($l_0/v_p=0,10$). Dan volgt de laagste klasse (4.400 motorvoertuigen en $l_0/v_p=0,09$) en de hoogste klasse (14.200 motorvoertuigen) heeft de laagste risicowaarde ($l_0/v_p=0,08$). Deze verschillen zijn niet significant.

Afbeelding 5.2 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen voor dit kruisingstype. Ook bij dit type hebben de meeste kruisingen een vrijliggend fietspad: 34 van de 73 kruisingen (47%). Met aanliggend fietspad zijn er 26 kruisingen (36%) en zonder fietsvoorziening 11 kruisingen (15%). Van drie kruisingen is de fietsvoorziening niet bekend. De subtypen van fietsvoorzieningen liggen alle binnen het spreidingsgebied. De elf kruisingen zonder fietsvoorziening liggen aan de kant van de lage intensiteiten.

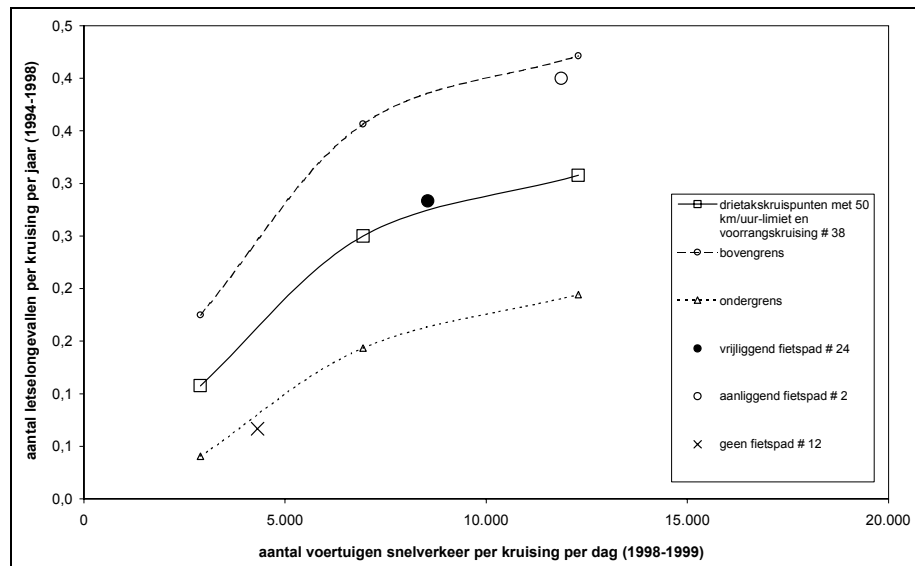


Afbeelding 5.2. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drietakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en op een voorrangsweg, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.3. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising

Tabel B5.3 vergelijkt de intensiteitsklassen voor de 38 drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet die zijn uitgevoerd als voorrangskruising. De risicowaarden voor de twee lage intensiteitsklassen (gemiddeld 2.900 en 6.900 motorvoertuigen per dag) zijn praktisch gelijk ($lo/vp=0,10$). De hoogste klasse (12.300 motorvoertuigen) heeft de laagste risicowaarde ($lo/vp=0,07$). Deze verschillen zijn niet significant.

Afbeelding 5.3 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen voor dit kruisingstype. De meeste kruisingen hebben een vrijliggend fietspad: 24 van de 38 kruisingen (63%). Met aanliggend fietspad zijn er slechts 2 kruisingen (5%) en zonder fietsvoorziening 12 kruisingen (32%). Alleen de kruisingen zonder fietsvoorzieningen liggen aan de 'veilige kant', net buiten het spreidingsgebied, en hebben ook weer lage intensiteiten. Verondersteld zou kunnen worden dat bij dit kruisingstype de kruispunten zonder fietspad bij lage intensiteiten zorgen voor een relatief laag risico.

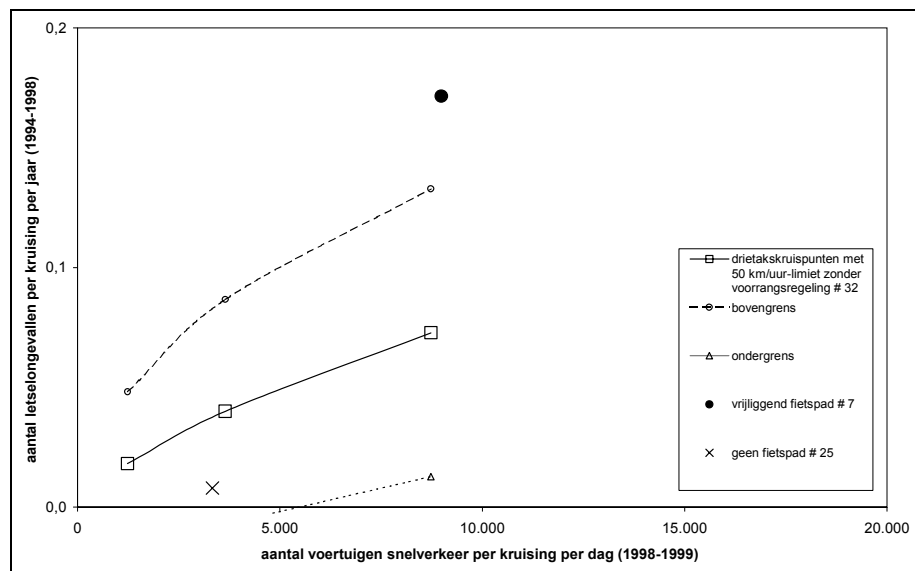


Afbeelding 5.3. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drietakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en uitgevoerd als voorrangskruising, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.4. Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang voor rechts

De intensiteitsklassen voor de 32 drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en normale voorrangsregeling (rechts voorrang) worden vergeleken in *Tabel B5.4*. Over een periode van vijf jaren zijn op dit kruisingstype slechts 7 letselongevallen geregistreerd; de risicowaarden voor de drie intensiteitsklassen zijn dus laag. De laagste klasse (gemiddeld 1.200 motorvoertuigen per dag) heeft de grootste waarde ($lo/vp=0,04$), gevolgd door de middelste klasse (3.700 motorvoertuigen en $lo/vp=0,03$) en de hoogste klasse (8.700 motorvoertuigen en $lo/vp=0,02$). Deze verschillen zijn niet significant.

Afbeelding 5.3 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen voor dit kruisingstype. Van dit type hebben de meeste kruisingen geen fietsvoorziening: 25 van de 32 kruisingen (78%). De rest heeft een vrijliggend fietspad: 7 kruisingen (22%). De kruisingen zonder fietsvoorziening liggen onder het gemiddelde en binnen het spreidingsgebied, maar de kruisingen met vrijliggend fietspad liggen buiten het spreidingsgebied, aan de onveilige kant en aan de kant van de hoge intensiteiten. Verondersteld kan worden dat bij dit kruisingstype de kruispunten met vrijliggend fietspad zorgen voor een relatief hoog risico bij hoge intensiteiten van het snelverkeer.



Afbeelding 5.4. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drietakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en voorrang van rechts, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

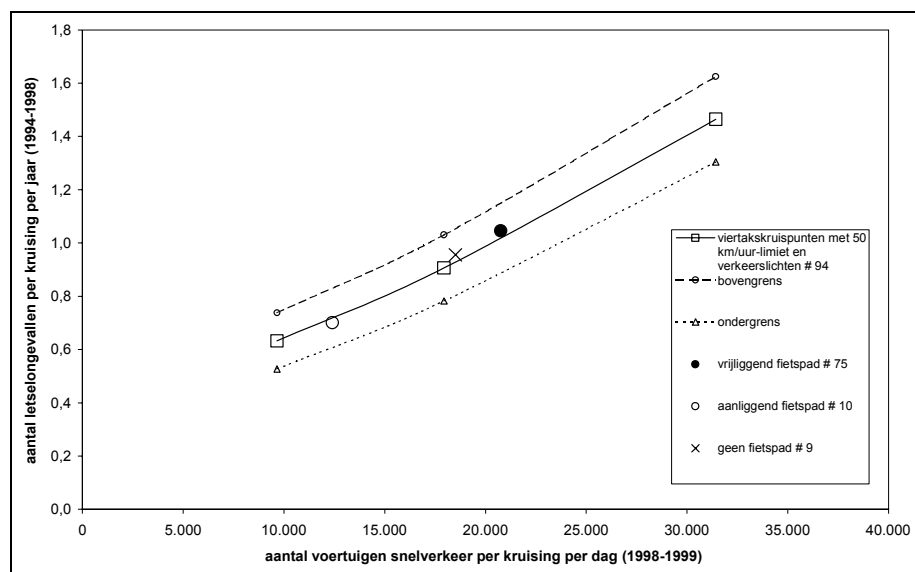
5.5. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten

Tabel B5.5 vergelijkt de intensiteitsklassen van de 94 viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten. Het gemiddelde aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen neemt af met de intensiteit van motorvoertuigen. Voor de laagste klasse (gemiddeld 9.700 motorvoertuigen per dag) is de risicowaarde het grootst ($lo/vp=0,18$); voor de beide hogere klassen (17.900 en 31.400 motorvoertuigen), is het risico lager ($lo/vp=0,14$ en $0,13$).

Tussen de intensiteitsklassen van viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten zijn de volgende verschillen significant:

- Het risico in klasse 1 is 40% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 1 is 36% hoger dan in klassen 2 en 3.
- Het risico in klasse 3 is 16% lager dan in klassen 1 en 2.

In Afbeelding 5.5 is het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen grafisch voor dit type kruisingen weergegeven. Verreweg de meeste kruisingen van dit type hebben een vrijliggend fietspad: 75 van de 94 kruisingen (80%). Met aanliggend fietspad zijn er 10 kruisingen (11%) en zonder fietsvoorziening 9 kruisingen (11%). Alle subtypen liggen binnen het spreidingsgebied. Het gemiddelde van de kruisingen met aanliggend fietspad ligt aan de kant van de lage intensiteitsklasse. Verondersteld kan worden dat bij dit type kruisingen de kruisingen zonder fietspad zorgen voor een relatief laag risico bij lage motorvoertuig-intensiteiten.



Afbeelding 5.5. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

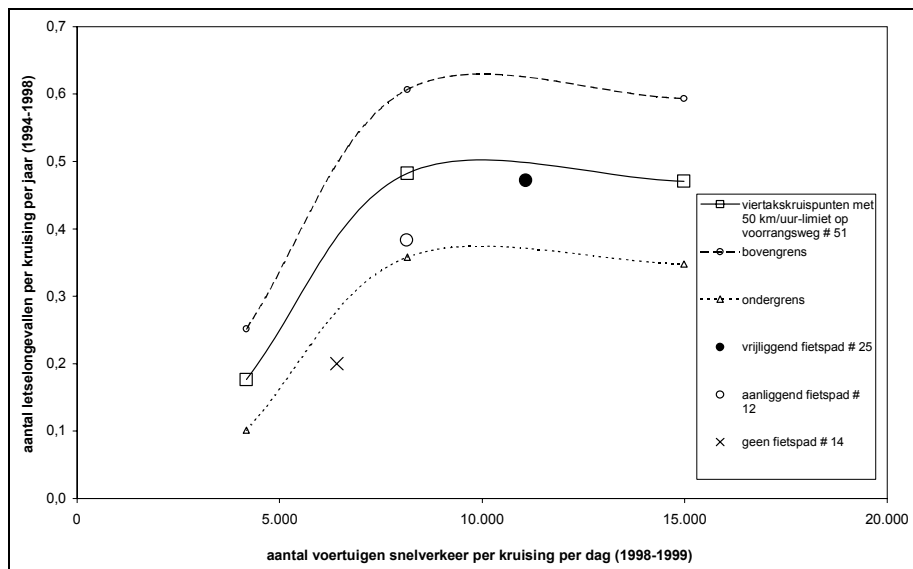
5.6. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg

Tabel B5.6 vergelijkt de intensiteitsklassen voor de 51 viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet, gelegen op een voorrangsweg. Voor de laagste klasse (gemiddeld 4.200 motorvoertuigen per dag) ligt de gemiddelde risicowaarde ($lo/vp=0,12$) iets boven het gemiddelde van het kruisingstype ($lo/vp=0,11$). De middelste klasse (8.200 motorvoertuigen) heeft de hoogste waarde ($lo/vp=0,16$) en de hoogste klasse (15.000 motorvoertuigen) heeft de laagste ($lo/vp=0,09$).

De toets voor de risicowaarden levert de volgende significante verschillen voor intensiteitsklassen van viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet, gelegen op een voorrangsweg:

- Het risico in klasse 2 is 88% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 2 is 75% hoger dan in klassen 1 en 3.
- Het risico in klasse 3 is 41% lager dan in klassen 1 en 2.

Afbeelding 5.6 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen grafisch weer voor dit kruisingstype. De meeste kruisingen van dit type hebben een vrijliggend fietspad: 25 van de 51 kruisingen (49%). Met aanliggend fietspad zijn er 12 kruisingen (24%) en zonder fietsvoorziening 14 kruisingen (27%). De gemiddelden van de kruisingen met fietsvoorziening liggen binnen het spreidingsgebied, maar de kruisingen zonder fietsvoorziening liggen weer buiten het gebied, onder de ondergrens en aan de kant van de lage intensiteitsklasse.



Afbeelding 5.6. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

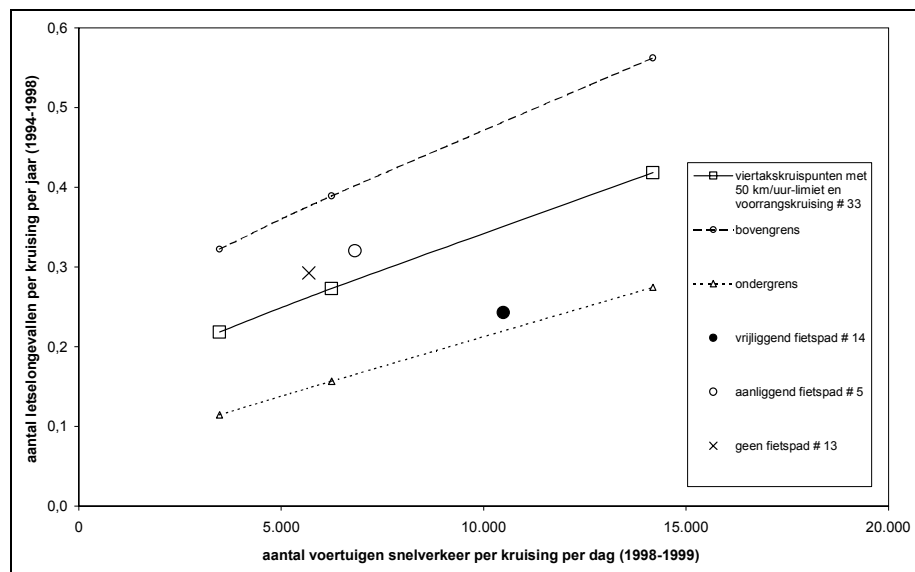
5.7. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising

De intensiteitsklassen van de 33 viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet, uitgevoerd als voorrangskruising worden vergeleken in *Tabel B5.7*. De risicowaarde neemt af met de intensiteit van motorvoertuigen. Voor de laagste klasse (gemiddeld 3.500 motorvoertuigen per dag) is de risicowaarde het grootst ($lo/vp=0,17$); voor de beide hogere klassen (6.200 en 14.200 motorvoertuigen), is het risico lager ($lo/vp=0,12$ en $0,08$).

Tussen de intensiteitsklassen van viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet, uitgevoerd als voorrangskruising zijn de volgende verschillen significant:

- Het risico in klasse 1 is 113% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 1 is 86% hoger dan in klassen 2 en 3.
- Het risico in klasse 3 is 42% lager dan in klassen 1 en 2.

In *Afbeelding 5.7* is het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen grafisch weergegeven voor dit kruisingstype. De meeste kruisingen van dit type hebben een vrijliggend fietspad: 14 van de 33 kruisingen (42%). Met aanliggend fietspad zijn er 5 kruisingen (15%) en zonder fietsvoorziening 13 kruisingen (39%). Van één kruising is de fietsvoorziening niet bekend (3%). De gemiddelden van de subtypen liggen alle binnen het spreidingsgebied.

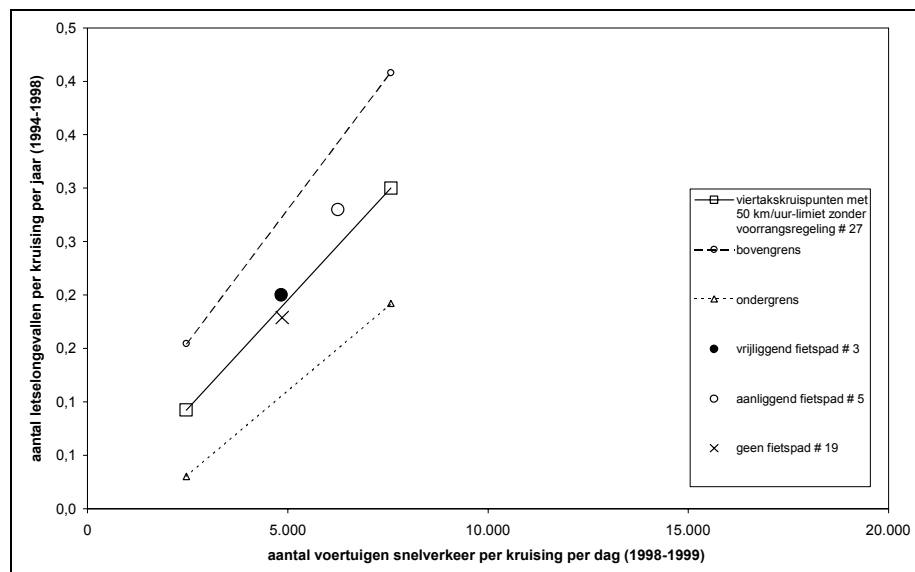


Afbeelding 5.7. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.8. Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang voor rechts

Tabel B5.8 vergelijkt de intensiteitsklassen van de 27 viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en rechts voorrang. De kruisingen zijn in twee intensiteitsklassen ingedeeld die niet significant van elkaar verschillen in het aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen ($lo/vp=0,10$ bij 2.500 motorvoertuigen en $lo/vp=0,11$ bij 7.600 motorvoertuigen).

Afbeelding 5.8 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen voor dit kruisingstype. Voor dit type hebben de meeste kruisingen geen fietsvoorziening: 19 van de 32 kruisingen (70%). Vijf kruisingen hebben een aanliggend fietspad (19%) en drie een vrijliggend fietspad (11%). De drie subtypen kruisingen liggen binnen het spreidingsgebied.

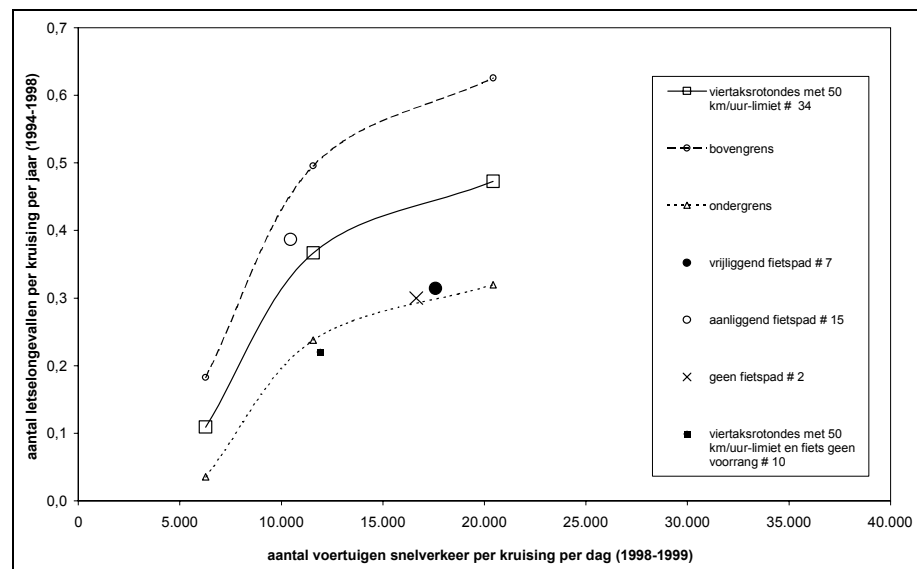


Afbeelding 5.8 . Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertakskruispunten van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet zonder voorrangregeling, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.9. Rotondes met vier takken en 50 km/uur-limiet

De intensiteitsklassen van de 34 rotondes met vier takken worden vergeleken in *Tabel B5.9*. Voor de laagste klasse (gemiddeld 6.300 motorvoertuigen per dag) is de risicowaarde het laagst ($lo/vp=0,05$). De middelste klasse heeft de hoogste risicowaarde (11.600 voertuigen en $lo/vp=0,09$). De hoogste klasse heeft weer een lagere waarde (20.400 voertuigen en $lo/vp=0,06$). Deze verschillen zijn niet significant.

Afbeelding 5.9 geeft het verband tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen voor viertaksrotondes. De meeste rotondes met vier takken hebben fietsers in de voorrang: 24 van de 34 (71%). Van deze rotondes hebben er 15 een aanliggend fietspad (44%), 7 een vrijliggend fietspad (21%) en slechts 2 geen fietspad (6%). Deze drie subtypen rotondes liggen binnen het spreidingsgebied. Net buiten het gebied en beneden de ondergrens ligt het gemiddelde voor de 10 rotondes waarop fietsers geen voorrang hebben (29%). Bij deze rotondes is altijd een vrijliggend fietspad aanwezig.



Afbeelding 5.9. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertaksrotondes van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet, naar intensiteitsklassen en naar typen fietsvoorziening.

5.10. Conclusies

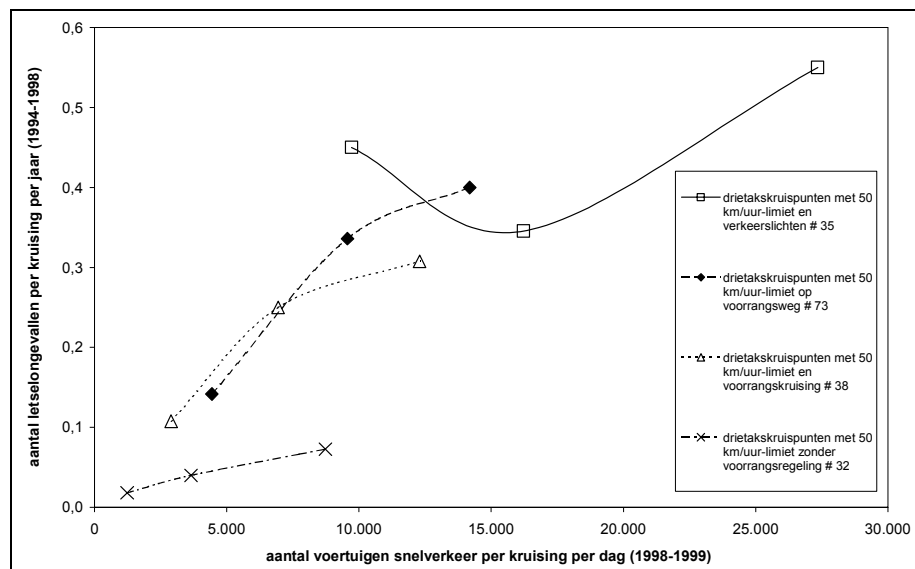
Uit de vergelijking van de drie- en de viertakskruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom met een 50 km/uur-limiet worden de volgende conclusies getrokken:

- Zowel de drie- als de viertakskruispunten met verkeerslichten hebben in de laagste intensiteitsklasse een hogere risicowaarde dan in de twee hogere klassen.
- De viertakskruispunten op een voorrangsweg hebben in de middelste intensiteitsklasse een hoger risico dan in de laagste en hoogste klassen.
- De viertakskruispunten uitgevoerd als voorrangskruising hebben in de hoogste intensiteitsklasse een lager risico dan in de twee lagere klassen.

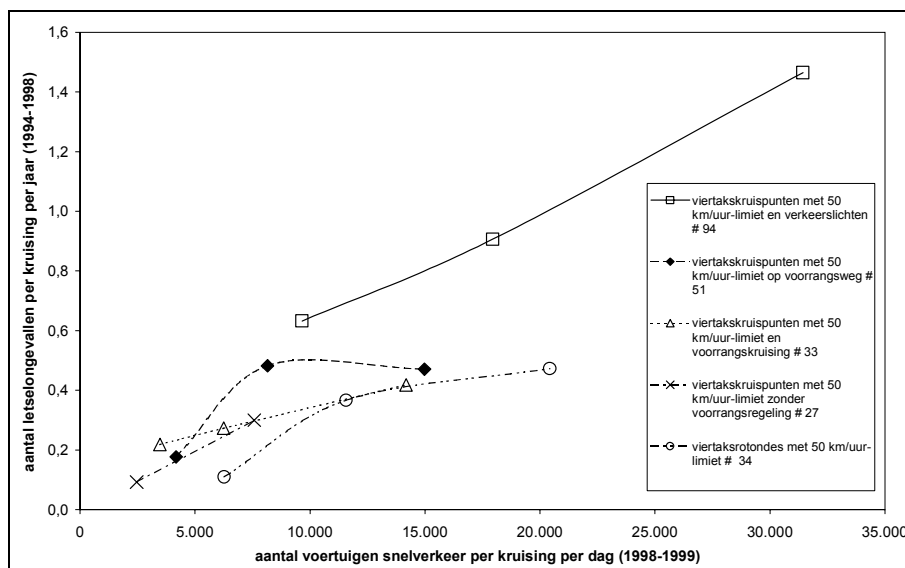
Bij de andere kruisingstypen (drietakskruispunten met de drie voorrang-regelingen behalve verkeerslichten, viertakskruispunten met rechts voorrang en rotondes met vier takken) zijn geen verschillen tussen de intensiteitsklassen geconstateerd.

Bij vier kruisingstypen zijn veronderstellingen genoemd over de invloed van fietsvoorzieningen op de risico's bij bepaalde intensiteiten van motorvoertuigen. Omdat de aantallen kruisingen te klein zijn om meer in detail naar bijvoorbeeld de intensiteiten van het langzaam verkeer te kijken, worden deze veronderstellingen in *Hoofdstuk 8* meegenomen in voorstellen voor verder onderzoek.

In *Afbeeldingen 5.10 en 5.11* zijn opnieuw de relaties tussen het aantal motorvoertuigen en het aantal letselongevallen met een onderscheid naar intensiteitsklassen weergegeven voor respectievelijk alle drie- en viertakskruisingen uit het onderzoek.



Afbeelding 5.10. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drietakskruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet, naar intensiteitsklassen.



Afbeelding 5.11. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op viertakskruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet, naar intensiteitsklassen.

Samenvoegen van de bijzondere voorangsregelingen

Opvallend is dat zowel bij de drie- als bij de viertakskruisingen op een voorrangsweg of uitgevoerd als voorrangskruising, de risicowaarden van de intensiteitsklassen dicht bij elkaar liggen en ook het intensiteitsbereik in dezelfde orde van grootte ligt. Dit is een reden om de kruisingen met beide typen voorangsregeling bij elkaar te voegen. Het voordeel daarvan is dat de verschillen met andere voorangsregelingen duidelijker naar voren komen. *Tabellen B5.10 en B5.11* geven vergelijkingen van de nieuwe intensiteitsklassen voor de samengevoegde 111 drie-, respectievelijk de 84 viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en een bijzondere voorangsregeling. Voor de drietakskruisingen van dit type levert dit de volgende significante verschillen:

- Het risico in klasse 2 is 37% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 2 is 37% hoger dan in klassen 1+ 3.

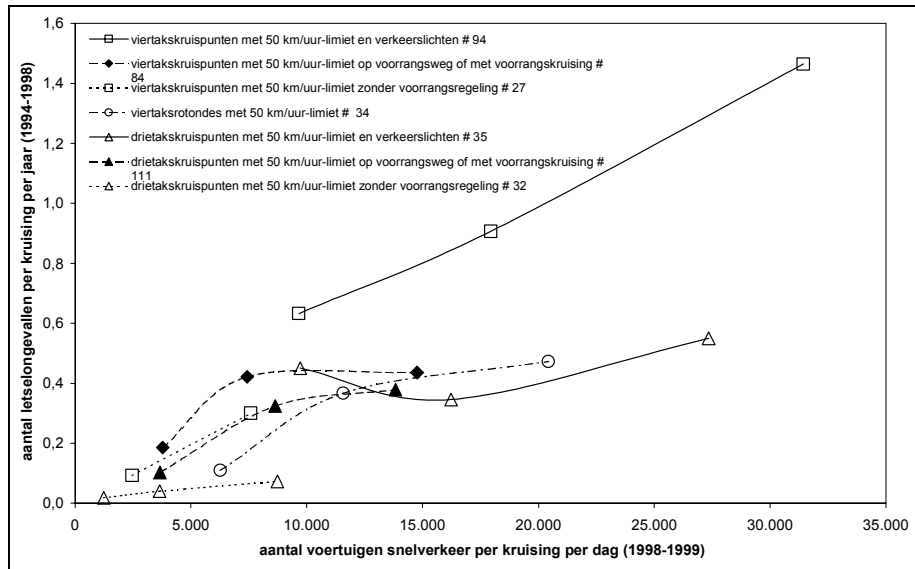
Voor de viertakskruisingen van dit type zijn de volgende verschillen significant:

- Het risico in klasse 1 is 66% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 2 is 92% hoger dan in klasse 3.
- Het risico in klasse 2 is 69% hoger dan in klassen 1+ 3
- Het risico in klasse 3 is 45% lager dan in klassen 1+ 2.

In *Afbeelding 5.12* zijn de drie- en viertakskruisingen onderscheiden naar voorangsregeling samen afgebeeld. Kruispunten op een voorrangsweg of uitgevoerd voorrangskruising zijn in deze afbeelding als één type weergegeven. Aanvullende conclusies uit deze afbeelding zijn:

- De drietakskruispunten met rechts voorrang hebben het laagste risico: 0,03 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen bij intensiteiten beneden 10.000 motorvoertuigen per dag.

- Voor de overige drietakskruispunten ligt het risico hoger: 0,08 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen bij intensiteiten tussen de 10.000 en 30.000 motorvoertuigen.
- Binnen de viertakskruisingen hebben de rotondes het laagste risico: 0,07 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen bij intensiteiten tussen de 5.000 en 20.000 motorvoertuigen.
- De viertakskruispunten met verkeerslichten hebben het hoogste risico: 0,14 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen bij intensiteiten tussen de 10.000 en ruim 30.000 motorvoertuigen.



Afbeelding 5.12. Relatie tussen de intensiteit van het snelverkeer en het aantal letselongevallen op drie- en viertakskruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet naar voorrangregeling en intensiteitsklassen.

6. Vergelijking van kruisingstypen op detailkenmerken

In dit hoofdstuk worden de risico's van de gedetailleerde kruisingstypen onderling vergeleken. Deze typologie is bepaald met de combinaties van de verschillende hoofdkenmerken uit *Hoofdstuk 4*, gecombineerd met de intensiteitsklassen die in *Hoofdstuk 5* significante verschillen hebben opgeleverd. Om een redelijke betrouwbaarheid te garanderen is gesteld dat het aantal kruisingen per type ten minste tien moet zijn (zie *Bijlage 1*). Eerst worden de voorrangsregelingen vergeleken op drie-, respectievelijk viertakskruisingen met een 50-km/uur-limiet. Daarna worden deze drie- en viertakskruisingen onderling vergeleken, achtereenvolgens met de voorrangsregeling verkeerslichten, bijzondere voorrangsregeling en rechts voorrang. Ten slotte worden oude en nieuwe rotondes met een 50 km/uur-limiet onderling vergeleken op de voorrangsregeling voor fietsen. Deze extra analyse is gedaan voor kruispunten die in de periode van 1994 tot en met 1998 zijn omgebouwd tot rotondes. De oude rotondes zijn de kruisingen die in de volledige periode van 1994 tot en met 1998 als rotonde dienst deden (zie *Paragraaf 5.9*). Deze vergelijking dringt zich op naar aanleiding van de discussie over de veiligste voorrangsregeling voor fietsen op rotondes met fietsvoorzieningen binnen de kom. In de periode 1994-1998 is een vormgeving van rotondes ontstaan, die voor de fietsers in de voorrang net zo veilig zouden moeten zijn als voor fietsers uit de voorrang. Deze vormgeving is later vastgelegd in nieuwe richtlijnen (CROW, 1998).

Elk kruisingstype wordt, net als in *Hoofdstuk 5*, weer afgebeeld in een tweedimensionale ruimte met op de horizontale as het gemiddelde aantal voertuigen snelverkeer per kruising per dag en op de verticale as het gemiddelde aantal letselongevallen per kruising per jaar (zie bijvoorbeeld *Afbeelding 6.1*). Van de kruisingstypen waarbij in *Hoofdstuk 5* significante afwijkingen van het risico tussen verschillende intensiteitsklassen geconstateerd zijn, worden de gemiddelden van deze intensiteitsklassen afgebeeld. Tussen opeenvolgende intensiteitsklassen van een kruisingstype wordt een rechtlijnig verband aangenomen. Van de kruisingstypen waarbij de risicowaarden niet significant verschilden met de intensiteitsklassen, wordt het gemiddelde van alle intensiteitsklassen door één punt in de grafiek gepresenteerd. De risicowaarde - zichtbaar als de hoek die de lijn vanuit het punt naar de oorsprong maakt met de horizontale as - is bij elk punt aangegeven in het aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde voertuigen snelverkeer, gemiddeld over de onderzoeksperiode 1994-1998.

De gedetailleerde kruisingstypen worden nu onderling vergeleken voor zover ze in eenzelfde 'bereik' van intensiteiten liggen. Dit intensiteitsbereik wordt per vergelijking in de betreffende afbeelding aangegeven met verticale stippellijnen. De ligging van deze lijnen wordt bepaald door de spreidingen in intensiteiten binnen de intensiteitsklassen van de kruisingstypen, dus door de spreiding links en rechts van elk punt in de grafiek. Per punt wordt deze spreiding bepaald door de standaarddeviatie. Wanneer deze spreidingen elkaar ruim overlappen vallen de betreffende kruisingstypen met die intensiteiten binnen hetzelfde bereik en kunnen ze vergeleken worden.

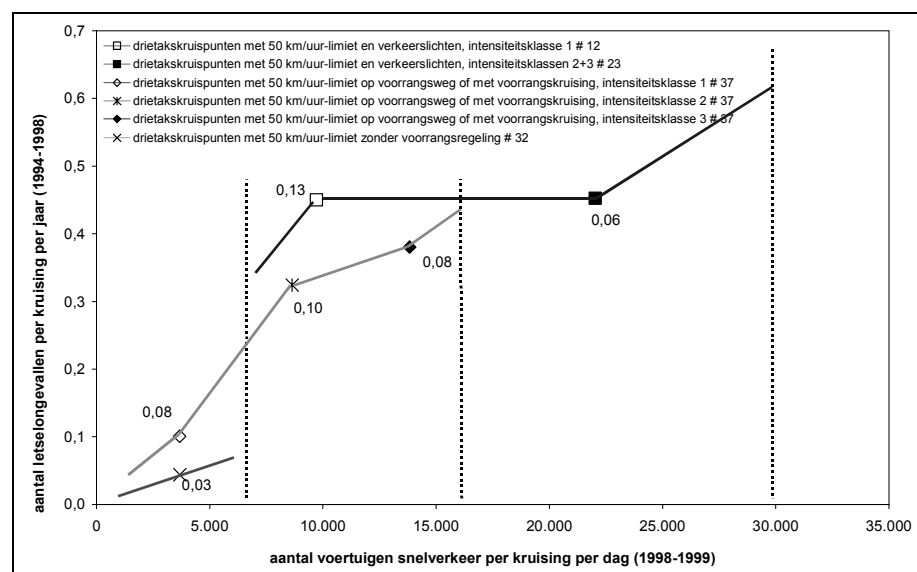
6.1. Vergelijking van voorangsregelingen bij drietakskruisingen met 50 km/uur-limiet

Van alle drietakskruisingen is alleen bij het type met verkeerslichten een verschil gevonden in risicowaarde tussen de onderscheiden intensiteitsklassen: het risico in klasse 1 is 125% hoger dan in klassen 2+3 (zie *Paragraaf 5.1*). Dit kruisingstype wordt hier met twee intensiteitsklassen (1 en 2+3) weergegeven. *Afbeelding 6.1* laat zien dat het aantal letselongevallen per miljoen voertuigpassages van de onderzochte drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet van lage naar hoge waarde is:

- 0,03 voor een kruispunt zonder voorangsregeling bij een intensiteit van 1.300 tot 6.100 motorvoertuigen per dag;
- 0,06 voor een kruispunt met verkeerslichten bij een intensiteit van 22.000 tot 29.500 motorvoertuigen per dag;
- 0,08 voor een kruising op een voorangsweg of een voorangskruising bij een intensiteit van 1.700 tot 3.700 motorvoertuigen per dag en bij een intensiteit van 13.800 tot 16.000 motorvoertuigen per dag. Tussen de 3.700 en 8.600 voertuigen stijgt het risico van 0,08 naar 0,10 en daalt het weer naar 0,08 bij een intensiteit tot 16.000 motorvoertuigen per dag;
- 0,13 voor een kruispunt met verkeerslichten en 7.000 tot 9.700 motorvoertuigen per dag. Tussen de 9.700 en 22.000 voertuigen daalt het risico van 0,13 naar 0,06.

In *Afbeelding 6.1* zijn drie intensiteitsbereiken onderscheiden waarbinnen drietakskruisingen onderling vergeleken kunnen worden (zie ook *Tabel B6.1* in *Bijlage 6*):

- intensiteit $I < 6.000$ motorvoertuigen: rechts voorrang gunstiger dan bijzondere voorangsregelingen. Het risico van drietakskruispunten met rechts voorrang is 66% lager dan van drietakskruispunten met bijzondere voorangsregeling;
- $6.000 < I < 16.000$ motorvoertuigen: voorangsregelingen gunstiger dan verkeerslichten. Het risico van drietakskruispunten met verkeerslichten is hier 48% hoger dan van drietakskruispunten met bijzondere voorangsregeling;
- $I > 16.000$ motorvoertuigen: in dit intensiteitsbereik komen alleen kruisingen met verkeerslichten voor.



Afbeelding 6.1. Vergelijking van drietakskruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom met 50 km/uur-limiet naar voorangsregeling en intensiteitsbereik.

6.2. Vergelijking van voorangsregelingen bij viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet

Van de viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet zijn bij de volgende typen verschillen gevonden in risicowaarde tussen de onderscheiden intensiteitsklassen:

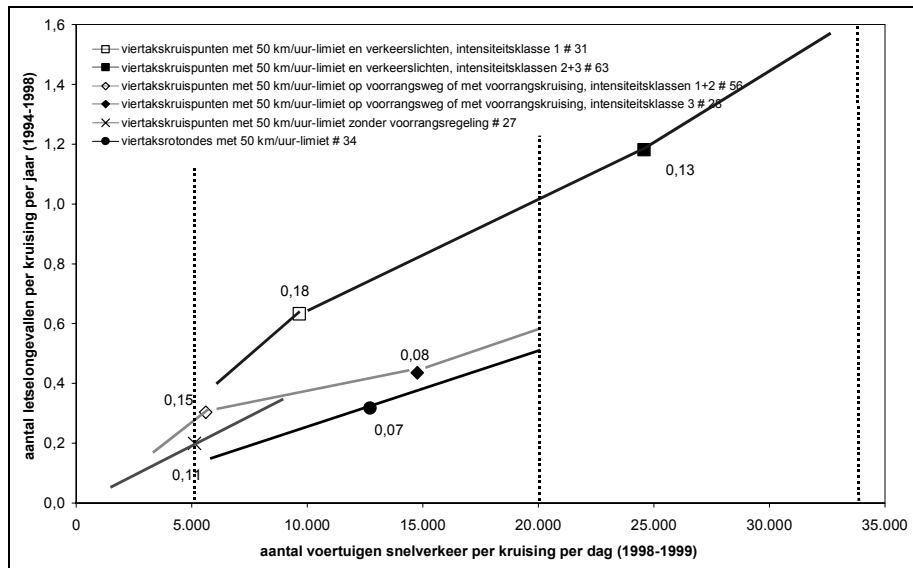
- met verkeerslichten: het risico in klasse 1 is 36% hoger dan in klassen 2 en 3 (*Paragraaf 5.5*);
- op voorrangsweg of met voorrangskruising: het risico in klasse 3 is 45% lager dan in klassen 1 en 2 (*Paragraaf 5.10*);

Het aantal letselgevallen per miljoen voertuigpassages van de onderzochte viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet is van lage naar hoge waarde (zie *Afbeelding 6.2*):

- 0,07 voor een rotonde bij een intensiteit van 5.100 tot 20.400 motorvoertuigen per dag;
- 0,08 voor een kruispunt op voorrangsweg of een voorrangskruising bij een intensiteit van 14.800 tot 19.900 motorvoertuigen per dag;
- 0,11 voor een kruispunt met rechts voorrang bij een intensiteit van 1.700 tot 8.600 motorvoertuigen per dag;
- 0,13 voor een kruispunt met verkeerslichten bij een intensiteit van 24.600 tot 34.300 motorvoertuigen per dag;
- 0,15 voor een kruispunt op voorrangsweg of een voorrangskruising bij een intensiteit van 3.300 tot 5.600 motorvoertuigen per dag. Tussen de 5.600 en 14.800 voertuigen daalt het risico van 0,15 naar 0,08;
- 0,18 voor een kruispunt met verkeerslichten bij een intensiteit van 5.700 tot 9.700 motorvoertuigen per dag. Tussen de 9.700 en 24.600 voertuigen daalt het risico van 0,18 naar 0,13.

In *Afbeelding 6.2* zijn drie intensiteitsbereiken onderscheiden waarbinnen viertakskruisingen onderling vergeleken kunnen worden; zie ook *Tabel B6.2*:

- intensiteit $I < 5.000$ motorvoertuigen: rechts voorrang gunstiger dan de bijzondere voorangsregelingen, maar dit verschil is niet significant;
- $5.000 < I < 20.000$ motorvoertuigen: rotonde en kruispunt met bijzondere voorangsregeling gunstiger dan kruispunt met verkeerslichten. Het risico van viertakskruispunten met verkeerslichten is hier 122% hoger dan van viertakskruispunten met bijzondere voorangsregeling en 162% hoger dan viertaksrotondes. Het verschil tussen bijzondere voorangsregeling en rotondes is niet significant;
- $I > 20.000$ motorvoertuigen: in dit intensiteitsbereik komen alleen kruisingen met verkeerslichten voor.

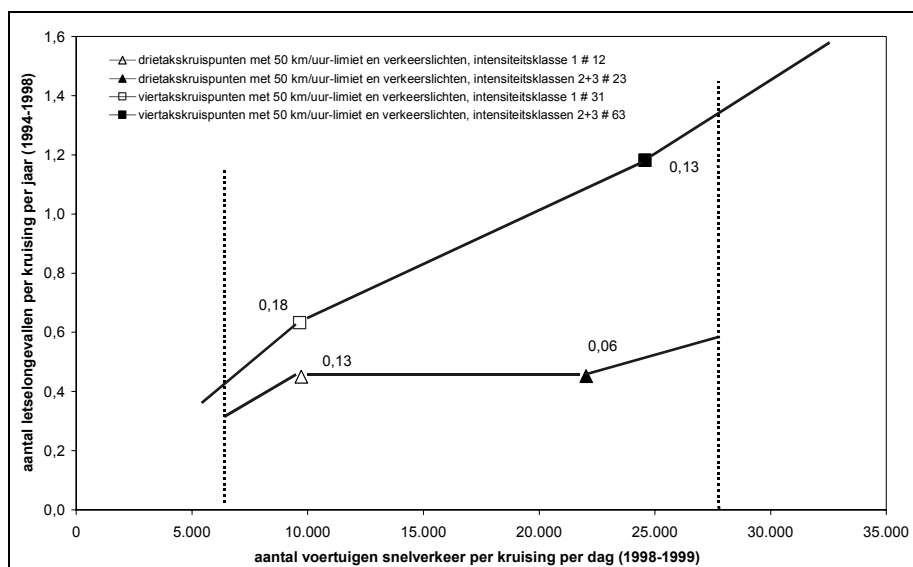


Afbeelding 6.2. Vergelijking van viertakskruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom met 50 km/uur-limiet naar voorrangregeling en intensiteitsbereik.

6.3. Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten

In Afbeelding 6.3 en Tabel B6.3 zijn de drie- en viertakskruispunten met verkeerslichten met elkaar vergeleken. Bij de lage intensiteitsklassen is het risico van de drietakskruispunten gunstiger dan van de viertakskruispunten, maar het verschil is niet significant.

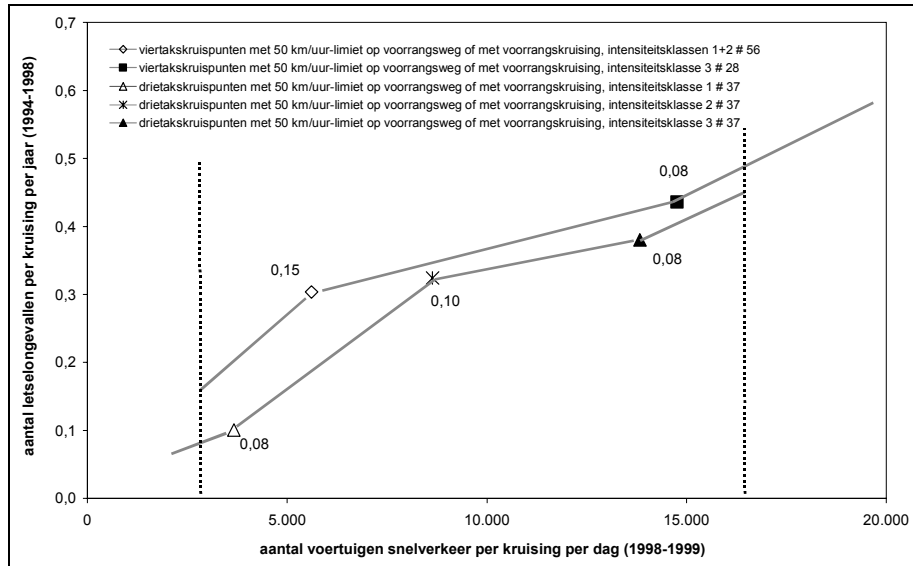
Voor de overige intensiteitsklassen is het risico van drietakskruispunten met verkeerslichten 57% lager dan het risico van viertakskruispunten met verkeerslichten.



Afbeelding 6.3. Vergelijking van kruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten naar aantal takken en intensiteitsbereik.

6.4. **Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en bijzondere voorrangsregeling**

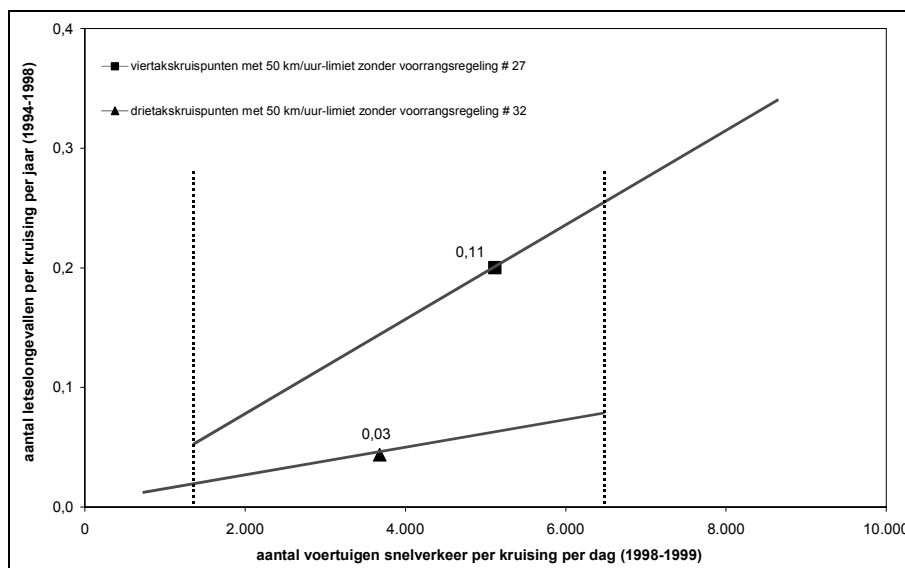
De risicowaarden verschillen in de lage intensiteitsklassen (1+2) significant tussen drie- en viertakskruispunten als deze op een voorrangsweg liggen of uitgevoerd zijn als voorrangskruising (zie *Tabel B6.4*). Het risico op drietakskruispunten is 42% lager dan op de viertakskruispunten met bijzondere voorrangsregeling. De verschillen zijn ook zichtbaar in *Afbeelding 6.4*.



Afbeelding 6.4. *Vergelijking van kruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en bijzondere voorrangsregeling naar aantal takken en intensiteitsbereik.*

6.5. **Vergelijking van drie- en viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en rechts voorrang**

Tabel B6.5 laat zien dat ook bij de kruispunten met voorrang voor rechts de drietakskruispunten een lagere risicowaarde hebben. In dit geval zelfs 76% minder letselgevallen per aantal gepasseerde voertuigen dan viertakskruispunten met voorrang voor rechts. In *Afbeelding 6.5* wordt dit geïllustreerd.

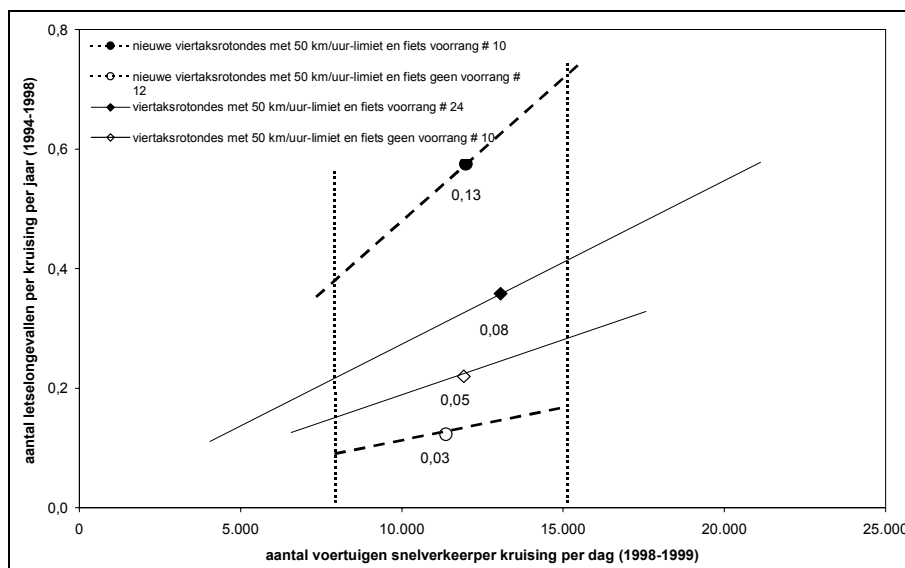


Afbeelding 6.5. *Vergelijking van kruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet en voorrang van rechts naar aantal takken en intensiteitsbereik.*

6.6. **Vergelijking van voorrangregeling voor fietsen op nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet**

Een extra analyse is gedaan van de voorrangregeling voor fietsers op nieuwe rotondes. Dit zijn kruispunten die in de periode van 1994 tot en met 1998 zijn omgebouwd tot rotondes. In *Tabel B6.6a* zijn de gegevens van de nieuwe drie- en viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet aangegeven en daarbinnen de rotondes met fietsen in en uit de voorrang. Van de viertaksrotondes zijn er 10 met fietsers in de voorrang en 12 met fietsers uit de voorrang. Met deze aantallen is net een toets uit te voeren op de risicowaarde. Hieruit blijkt dat het risico op nieuwe viertaksrotondes met fietsen in de voorrang 344% hoger is dan op nieuwe rotondes met fietsen uit de voorrang. In *Tabel B6.6b* zijn de nieuwe viertaksrotondes ook vergeleken met de oude viertaksrotondes; dat zijn de rotondes die de volledige periode van 1994 tot en met 1998 als rotonde dienst deden (zie *Paragraaf 5.9*). Deze vergelijking dringt zich op naar aanleiding van de discussie over de veiligste voorrangregeling voor fietsen op rotondes met fietsvoorzieningen binnen de kom. Verondersteld wordt dat de nieuwe rotondes met fietsers in de voorrang meer met een nieuwe, en wellicht veiliger vormgeving zijn aangelegd en daardoor een lager risico zullen hebben. De toets geeft echter aan dat het risico op oude viertaksrotondes met fietsers in de voorrang 43% lager is dan op nieuwe viertaksrotondes met fietsers in de voorrang. De veronderstelling wordt hiermee niet bevestigd.

In *Afbeelding 6.6* zijn de letselgevallen op oude en nieuwe viertaksrotondes met en zonder fietsers in de voorrang afgebeeld.



Afbeelding 6.6. Vergelijking van oude en nieuwe viertaksrotondes van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet naar voorrangregeling en intensiteitsbereik.

6.7. Conclusies

De rangorde van het aantal letselongevallen per miljoen voertuigpassages van de geanalyseerde kruisingen met 50 km/uur-limiet is van lage naar hoge waarde (zie ook Afbeelding 6.7):

- 0,03 voor een drietakskruispunt zonder voorrangregeling bij een gemiddelde intensiteit van 3.700 motorvoertuigen per dag;
- 0,06 voor een drietakskruispunt met verkeerslichten bij een gemiddelde intensiteit van 22.000 motorvoertuigen per dag;
- 0,07 voor een viertaksrotonde bij een gemiddelde intensiteit van 12.700 motorvoertuigen per dag;
- 0,08 voor een viertakskruispunt op voorrangsweg of een voorrangskruising bij een gemiddelde intensiteit van 14.800 motorvoertuigen per dag;
- 0,08 voor een drietakskruising op een voorrangsweg of een voorrangskruising bij een gemiddelde intensiteit van 3.700 motorvoertuigen per dag. Tussen de 3.700 en 8.600 voertuigen stijgt het risico van 0,08 naar 0,10 en daalt dan weer naar 0,08 bij een gemiddelde intensiteit tot 13.800 motorvoertuigen per dag;
- 0,11 voor een viertakskruispunt met rechts voorrang bij een gemiddelde intensiteit van 5.100 motorvoertuigen per dag;
- 0,13 voor een drietakskruispunt met verkeerslichten en bij een gemiddelde intensiteit van 9.700 motorvoertuigen per dag. Tussen de 9.700 en 22.000 voertuigen daalt het risico van 0,13 naar 0,06;
- 0,13 voor een viertakskruispunt met verkeerslichten bij een gemiddelde intensiteit van 24.600 motorvoertuigen per dag;
- 0,15 voor een viertakskruispunt op voorrangsweg of een voorrangskruising bij een gemiddelde intensiteit van 5.600 motorvoertuigen per dag. Tussen de 5.600 en 14.800 voertuigen daalt het risico van 0,15 naar 0,08;

- 0,18 voor een viertakskruispunt met verkeerslichten bij een gemiddelde intensiteit van 9.700 motorvoertuigen per dag. Tussen de 9.700 en 24.600 voertuigen daalt het risico van 0,18 naar 0,13.

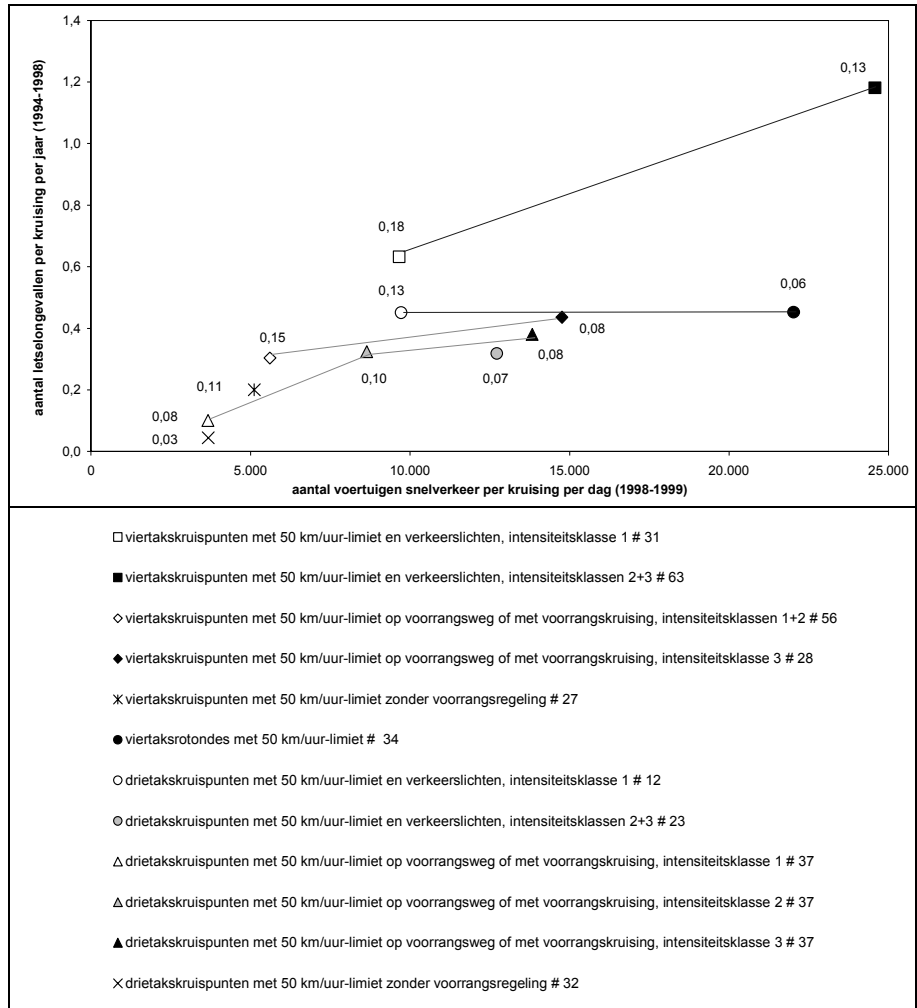
In meer algemene bewoordingen zijn de volgende conclusies getrokken. Kruisingstypen blijken gekoppeld te zijn aan de hoeveelheid voertuigen snelverkeer. Zowel bij de drie- als bij de viertakskruisingen neemt de intensiteit toe in de volgorde van voorangsregeling: rechts voorrang, bijzondere voorangsregeling en verkeerslichten. Daarbij hebben steeds de viertakskruisingen ten opzichte van de drietakskruisingen een hogere intensiteit. De viertaksrotondes liggen met hun intensiteit tussen de bijzondere voorangsregeling en de verkeerslichten.

Voor drietakskruispunten heeft de regel rechts voorrang een lager risico bij lage gemiddelde intensiteiten en hebben verkeerslichten bij de hoge gemiddelde intensiteiten een lager risico. De typen met andere voorangsregelingen en de verkeerslichten bij lage gemiddelde intensiteiten hebben een hogere risicowaarde.

Van de viertakskruisingen in een groot en gemiddeld hoog intensiteitsbereik hebben de rotondes een relatief lage risicowaarde. Viertakskruisingen met verkeerslichten daarentegen scoren ongunstig, eveneens bij een groot en gemiddeld hoog intensiteitsbereik. Relatief gunstig scoren de kruispunten met rechts voorrang, zij het bij lage intensiteiten. De risicowaarden van de kruispunten met bijzondere voorangsregelingen liggen tussen de extremen van de andere kruisingstypen.

Deze resultaten van de analyses geven antwoord op de eerste twee onderzoeksvragen uit *Paragraaf 1.3*. De kruisingen zijn op verkeersfunctionele kenmerken onderscheiden en de verschillen in de risicowaarde, aantal letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen, zijn redelijk goed vastgesteld. In *Afbeelding 6.7* zijn de kruisingstypen met hun risicowaarden in één figuur weergegeven.

De derde onderzoeksvraag, een eventuele verklaring van geconstateerde verschillen, wordt behandeld in het volgende hoofdstuk.



Afbeelding 6.7. *Vergelijking van kruisingen van verkeersaders binnen de kom met 50 km/uur-limiet naar aantal takken en voorangsregeling.*

7. Interpretaties van de resultaten

De resultaten van dit onderzoek zijn in eerste instantie risicowaarden voor de meest voorkomende typen van kruisingen van verkeersaders onderling en binnen de bebouwde kom gelegen. De hiervoor geformuleerde gedetailleerde conclusies per hoofdstuk worden in dit hoofdstuk tegen het licht gehouden van de drie ontwerpprincipes van Duurzaam Veilig: functionaliteit, homogeniteit en voorspelbaarheid. Hiermee wordt getracht de ongunstige risicowaarden voor bepaalde kruisingstypen te verklaren aan de hand van discrepanties met deze principes of om plausibele veronderstellingen te formuleren die kunnen leiden tot hypothesetoetsend onderzoek (zie *Hoofdstuk 8*).

De onderzoeksresultaten beperken zich tot kruisingen uit de steekproef, die alleen kruisingen bevatte met (onder andere) langzaam verkeer. De interpretaties en veronderstellingen gelden dus alleen voor die groep van kruisingen.

Een andere beperking van dit onderzoek is dat het een vergelijkend onderzoek betreft, en niet een voor- en nastudie waarin de effecten van bepaalde kenmerken worden onderzocht. De resultaten van de analyses mogen daarom niet gebruikt worden om onveilig scorende kruisingstypen te veranderen in relatief veilige typen. Daarvoor moet altijd de structuur en de functie van het wegennet waarin de kruisingen liggen bij de beoordeling een rol spelen.

7.1. Functionaliteit

Op kruisingen met een snelheidslimiet van 70 km/uur is het gemiddelde aantal letselgevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen lager dan op kruisingen met een limiet van 50 km/uur. Een verklaring wordt gezocht in het verschil van verkeersfunctie van beide kruisingstypen.

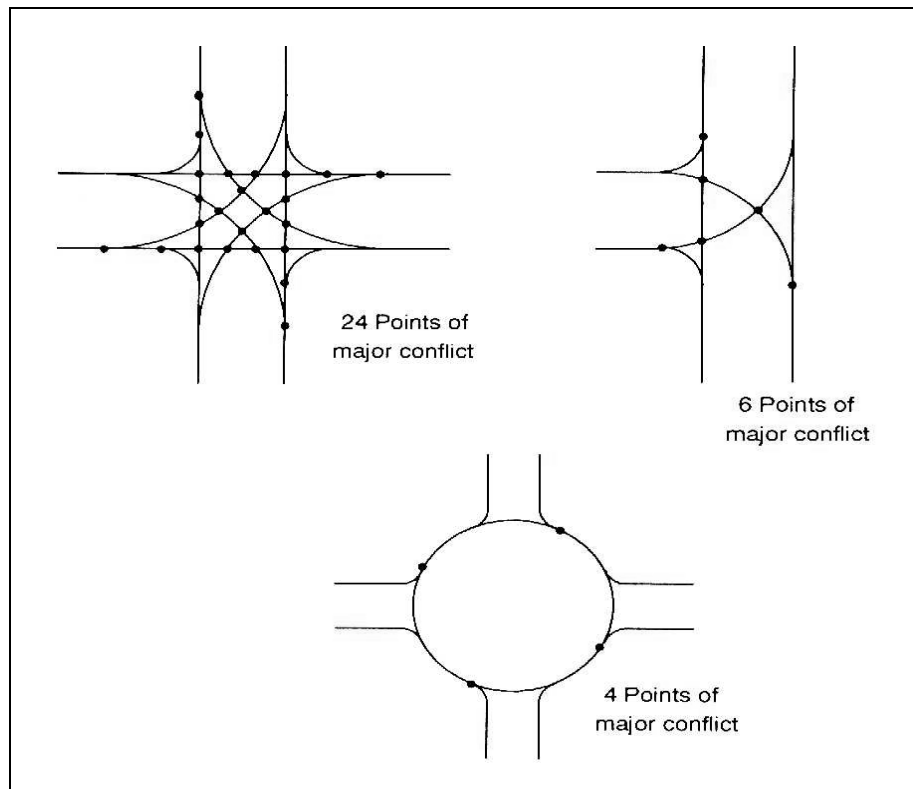
De wegvakken van kruisingen met 50 km/uur-limiet behoren tot routes voor het autoverkeer, vaak in combinatie met parallelle routes voor langzaam verkeer en hebben in een duurzaam-veilig wegverkeerssysteem een gebiedsontsluitende functie. Bij de kruisingen met 70 km/uur-limiet zijn de routes verkeersfunctioneel gezien hiërarchisch hoger. Er zou sprake kunnen zijn van een duurzaam-veilige stroomfunctie, maar dan moeten de kruisingen ongelijkvloers zijn. Wel zijn de kruisingen met 70 km/uur-limiet in de steekproef ruimer van vormgeving en meer toegesneden op het verwerken van autoverkeer. Er zijn in ieder geval voorzieningen voor langzaam verkeer (fiets en bromfiets). De gemiddelde intensiteit van het snelverkeer ligt er hoger en van het langzaam verkeer lager dan bij de kruisingen met 50 km/uur-limiet.

Nu blijkt dat de kruisingen op de verkeersaders (de potentiële gebiedsontsluitingswegen) met een limiet van 70 km/uur een lager risico hebben dan de kruisingen met een limiet van 50 km/uur, wordt verondersteld dat dit toe te schrijven is aan de zwaardere verkeersfunctie met een daaraan aangepaste vormgeving. De ongevallen zijn wel ernstiger. Dat wordt toegeschreven aan de hogere snelheidslimiet en de daarbij veronderstelde hogere snelheden van het autoverkeer.

7.2. Homogeniteit

De tweede ontwerpseis voor duurzaam-veilige kruisingen gaat over het elimineren van conflicten, vooral bij grote snelheids- of massaverschillen. Op de kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom, waar snelverkeer en langzaam verkeer elkaar ontmoeten, is deze homogeniteitseis te vertalen in het terugbrengen van het aantal potentiële conflicten en het verlagen van de snelheden.

Wanneer de kruisingen geordend worden naar het aantal potentiële conflicten (zie *Afbeelding 7.1*) blijkt de rangorde gelijk te zijn aan die volgens de gevonden risicowaarden. Zo zijn rotondes veiliger dan kruispunten en drietakskruispunten veiliger dan viertakskruispunten.



Afbeelding 7.1. Aantal potentiële conflicten voor **links** rijdend verkeer (!) op vier- en drietakskruispunten en op viertaksrotondes (Pradhan, 2001).

De viertaksrotondes scoren in een groot gemiddeld intensiteitsbereik gunstiger dan de andere kruisingen. Omdat bij rotondes niet alleen het aantal conflicten laag is, maar door de vormgeving ook de snelheidsmogelijkheden beperkt worden, is het verklaarbaar dat daar het risico extra laag is.

Door de gunstiger ernstmaten op drietakskruispunten - vergeleken met viertakskruispunten - wordt het voordeel van een lagere risicowaarde voor de drietakskruispunten vergroot. De lage ernstmaat is verklaarbaar uit het ontbreken van de ernstige flankbotsingen ten gevolge van twee rechtdoorgaande motorvoertuigen of van een rechtdoorgaand motorvoertuig en een fiets of bromfiets.

Voor de drietakskruispunten is de regel rechts voorrang gunstig bij lage gemiddelde intensiteiten en zijn verkeerslichten gunstig bij de hoge

gemiddelde intensiteiten. De typen met andere voorrangregelingen en de verkeerslichten bij lage gemiddelde intensiteiten hebben een hogere risicowaarde. Gegeven de conflictmogelijkheden op drietakskruispunten is het waarschijnlijk dat bij lage intensiteiten de relatief weinige conflicten goed te beoordelen zijn en dat verkeerslichten in die situatie niet optimaal functioneren. Mogelijk is de regeling uitgeschakeld in de stille uren en scheidt dat verkeerde verwachtingen.

Ook bij de viertakskruispunten met verkeerslichten is het risico bij de relatief lage intensiteiten ongunstiger dan bij de viertakskruispunten zonder verkeerslichten. Bij een toename van de intensiteiten op viertakskruispunten zijn verkeerslichten noodzakelijk voor een redelijke verkeersafwikkeling. De risicowaarde wordt dan echter niet zo gunstig als die bij de drietakskruispunten met verkeerslichten. Het effect van verkeerslichten op de verkeersveiligheid blijkt bij hoge intensiteiten niet groot te zijn. Een verklaring voor dit verschijnsel is misschien te vinden in de complexiteit van de conflicterende verkeersstromen, vooral als ook fietsen en bromfietsen deelnemen aan het kruisende verkeer (onafhankelijk van hun intensiteiten).

In absolute waarden varieert de risicowaarde van de kruisingstypen met 50 km/uur-limiet van 0,03 tot 0,18 letselongevallen per miljoen gepasseerde motorvoertuigen, met een gemiddelde van 0,10. De rangorde volgens deze risicowaarde is (de gemiddelde intensiteit van motorvoertuigen is afgerond op hele duizendtallen):

- drietakskruispunt met rechts voorrang en gemiddelde intensiteit van 4.000 motorvoertuigen: risico 0,03;
- drietakskruispunt met verkeerslichten en gemiddelde intensiteit van 22.000 motorvoertuigen: risico 0,06;
- viertaksrotonde en gemiddelde intensiteit van 13.000 motorvoertuigen: risico 0,07;
- drietakskruispunt met bijzondere voorrangregeling en gemiddelde intensiteit van 4.000 motorvoertuigen: risico 0,08;
- drietakskruispunt met bijzondere voorrangregeling en gemiddelde intensiteit van 14.000 motorvoertuigen: risico 0,08;
- drietakskruispunt met bijzondere voorrangregeling en gemiddelde intensiteit van 9.000 motorvoertuigen: risico 0,10;
- viertakskruispunt met rechts voorrang en gemiddelde intensiteit van 5.000 motorvoertuigen: risico 0,11;
- drietakskruispunt met verkeerslichten en gemiddelde intensiteit van 10.000 motorvoertuigen: risico 0,13;
- viertakskruispunt met verkeerslichten en gemiddelde intensiteit van 25.000 motorvoertuigen: risico 0,13;
- viertakskruispunt met bijzondere voorrangregeling en gemiddelde intensiteit van 5.000 motorvoertuigen: risico 0,15;
- viertakskruispunt met verkeerslichten en gemiddelde intensiteit van 10.000 motorvoertuigen: risico 0,18.

7.3. Voorspelbaarheid

Bij de inventarisatie van kenmerken van kruisingen zijn geen gedragswaarnemingen uitgevoerd. Wel kan worden verondersteld dat de geconstateerde verschillen in ongevalsrisico en -ernst deels toe te schrijven zijn aan onjuiste interpretatie van de vorm- en regelgeving door weggebruikers bij passage van de kruisingstypen. Niet alleen zijn er op

verkeerskundige gronden veel kruisingstypen te onderscheiden, ook binnen die typen kunnen de verschillen in verkeersgedrag en regelgeving groot zijn. Een belangrijk doel voor vervolgonderzoek zou moeten zijn verklaringen te vinden voor de verschillen in risico in termen van herkenbaarheid en voorspelbaarheid.

De hoge risicowaarden op drie- en viertakskruispunten met verkeerslichten bij relatief lage intensiteiten, zouden verklaard kunnen worden door het uitschakelen van de verkeerslichten in de wat stillere uren. Mogelijk dat dan verkeerde verwachtingen worden gewekt.

Het gemiddelde risico op drietakskruispunten met verkeerslichten bij ongeveer dezelfde verkeersprestaties – het aantal motorvoertuigen dat de kruising passeert – is ruim tweemaal gunstiger dan het gemiddelde risico op viertakskruispunten met verkeerslichten. Dit is wellicht te verklaren uit de langere wachttijden, complexere en minder uniforme regelingen die eerder tot verwarring leiden en/of tot een grotere kans op het conflicteren van verkeersstromen.

Opmerkelijk is het resultaat dat risico's voor drie- en viertakskruispunten met een bijzondere voorrangregeling niet of nauwelijks verschillen bij de relatief hoge intensiteiten, maar juist bij de lage intensiteiten. Daar is het drietakskruispunt gunstiger dan het viertakskruispunt. De voordelen van het lage aantal conflicten en de geringere complexiteit voor het drietakskruispunt in vergelijking met het viertakskruispunt, komen bij de bijzondere voorrangregeling kennelijk alleen tot uiting bij de relatief lage intensiteiten. Deze voordelen van een eenvoudige en begrijpelijke vormgeving met een overzichtelijk aantal conflictmogelijkheden worden misschien teniet gedaan door de complexiteit van de hogere verkeersintensiteit.

Op kruispunten waar de regel rechts voorrang geldt, zijn de intensiteiten lager dan op de andere kruisingstypen. Het risicoverschil tussen de drie- en viertakskruispunten is weer verklaarbaar uit de grotere eenvoud en overzichtelijkheid op drie takken.

8. Discussie en aanbevelingen

In dit onderzoek zijn de kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom op verkeersfunctionele kenmerken onderscheiden en zijn de verschillen in risicowaarden redelijk goed vastgesteld. Ook zijn enkele veronderstellingen gedaan over mogelijke oorzaken van de gevonden verschillen in veiligheid van kruisingstypen.

Aanbevelingen voor het ontwerp van kruisingen kunnen in principe niet uit deze vergelijkende analyses komen. Er zijn wel verschillen vastgesteld in de risico's, maar er is geen onderzoek verricht naar het effect van bijvoorbeeld het aanbrengen van verkeerslichten of het veranderen van de voorrangregeling. Daarvoor zijn voor- en nastudies met controlekruisingen vereist. De kruisingen die in het verleden zijn omgebouwd tot rotondes, een maatregel waarvan uit eerder onderzoek een positief effect op veiligheid is vastgesteld (Van Minnen, 1995), hebben in deze vergelijkende studie in ieder geval lagere risico's dan de kruispunten.

Voorzichtig zou verondersteld kunnen worden dat ook het risicoverschil tussen andere kruisingstypen te koppelen is aan het verschil in kenmerken van de kruisingstypen en dus aan infrastructurele maatregelen. In de duurzaam-veilig-filosofie is het echter niet alleen de vormgeving die het veiligheidsniveau van een verkeerssituatie bepaalt, maar ook de functie aan de ene kant en de herkenbaarheid voor de weggebruiker aan de andere kant. De veronderstellingen over mogelijke oorzaken van de gevonden risicoverschillen van kruisingen (zie vorige hoofdstuk) zouden in een vervolgonderzoek op juistheid getoetst kunnen worden.

8.1. Discussiepunten

De resultaten van de analyses kunnen vele praktijkvragen oproepen over een veilige vorm- en regelgeving op kruisingen van verkeersaders. Hier worden enkele belangrijke discussiepunten genoemd, die tevens aanleiding kunnen zijn voor nader onderzoek:

- Levert het aanbrengen van verkeerslichten op viertakskruispunten binnen een bepaalde gemiddelde intensiteitsrange geen verbetering van het ongevalsrisico?
- Moeten op drietakskruispunten alleen bij gemiddelde intensiteiten boven de 15.000 motorvoertuigen per dag om reden van verkeersveiligheid verkeerslichten geplaatst worden?
- Moet er gestreefd worden naar een wegennetstructuur waarin voornamelijk drietakskruispunten met lage gemiddelde intensiteiten (< 7.000 motorvoertuigen) voorkomen en voor de hogere gemiddelde intensiteiten rotondes en enkele viertakskruispunten met een limiet van 70 km/uur?
- Maken fietsvoorzieningen van kruisingen niet uit voor de veiligheid en worden ze dus aangelegd om reden van comfort? Of verschilt de invloed van fietsvoorzieningen per kruisingstype en intensiteitsklasse (zie veronderstellingen in *Hoofdstuk 5*)? En in hoeverre zijn andere kenmerken zoals de intensiteit van het langzaam verkeer van belang voor de invloed van fietsvoorzieningen op de veiligheid?

- Is de fietser op rotondes veiliger wanneer hij/zij zelf voorrang verleent in plaats van dat voorrang aan de fietser verleend wordt?

8.2. Aanbevelingen

Een definitieve beoordeling van de kruisingen van een bepaald type kan plaatsvinden in specifieke studies die gericht worden op het vinden van verklaringen van de geconstateerde veiligheidsverschillen in termen van gedrag en verwachtingspatronen van de verkeersdeelnemers. De interpretaties van de resultaten in *Hoofdstuk 7* kunnen de basis vormen voor de onderzoeksvragen die in verklarende gedragsstudies te beantwoorden zijn. Daarnaast kunnen de hiervoor gestelde vragen voor de praktijk, met name die over de invloed van fietsvoorzieningen, aanleiding zijn voor nader onderzoek.

Intussen kunnen de gevonden risicowaarden voor de verschillende kruisingstypen wel gebruikt worden als een soort referentiewaarde. Risico's van bestaande kruisingen kunnen vergeleken worden met de waarden uit deze studie. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met een zekere trendcorrectie voor het risico, die in de orde van grootte ligt van -1% per jaar (zie Janssen 2004b).

Ook kunnen de risicowaarden uit deze studie gebruikt worden bij vergelijking van wegennetten in stedelijke gebieden waarin verschillende kruisingstypen zijn opgenomen. Alternatieve verkeersplannen met variatie in de wegenstructuur, bijvoorbeeld in varianten van de duurzaam-veilige wegategorisering en verschillen in het aandeel drie- en viertakskruisingen, kunnen dan doorgerekend worden met behulp van de hier gevonden risicowaarden (zie *Paragraaf 7.2*). Wel is het voor een dergelijke doorrekening nodig om ook de risicowaarden van de tussengelegen wegvakken vastgesteld te hebben en natuurlijk de ontwikkelingen in de gemiddelde intensiteiten (de uitkomsten van een verkeersmodel).

Vervolgonderzoek richt zich op dit moment verder op de risicowaarden voor weggedeelten van verkeersaders en op toepassingen van risicowaarden in verkeersmodellen. De SWOV heeft een model in ontwikkeling waarmee de verkeersveiligheidseffecten van verkeersplannen kunnen worden geschat (Verkeersveiligheidsverkenner). In dat model worden de risicowaarden voor zowel de weggedeelten als kruisingen opgenomen en gebruikt (Janssen, 2004a).

Literatuur

Arnoldus, J.G., Braimaister, L.G., Huls, G. & Janssen, S.T.M.C. (2000) *Kencijfers voor (brom)fietsverkeer; Verzameling en bewerking van verkeersveiligheidsdata voor kruispunten binnen de bebouwde kom*. R-2000-6. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

ASVV (2004). *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. CROW, kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (1998). *Eenheid in rotondes*. Publicatie 126. Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de verkeerstechniek, Ede.

Janssen, S.T.M.C. (2004a). *Een provinciaal meetnet voor de verkeersveiligheid*. SWOV, Leidschendam. [In voorbereiding]

Janssen, S.T.M.C. (2004b). *Het gebruik van de verkeersveiligheidsverkenner in de regio*. SWOV, Leidschendam. [In voorbereiding]

Minnen, J. van (1995). *Rotondes en voorrangregelingen; Verslag van een drietal onderzoeken: de ontwikkelingen van de veiligheid op nieuwe rotondes, het wijzigen van de voorrang op oudere pleinen en de regeling van de voorrang van fietsers rond rotondes*. R-95-58. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Pradhan, N. (2001). *A study on safer urban intersections related to road and traffic characteristics in the Netherlands*. MSc Thesis. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering IHE, Delft.

Bijlagen 1 t/m 7

1. *Aantal kruisingen per type*
2. *Aantal letselongevallen op kruisingen*
3. *Aantal letselongevallen per miljoen motorvoertuigen op kruisingen*
4. *Vergelijking kruisingen op hoofdkenmerken*
5. *Vergelijking intensiteitsklassen van kruisingstypen*
6. *Vergelijking kruisingen op detailkenmerken*

Bijlage 1

Aantal kruisingen per type

STEEKPROEF

totaal aantal kruisingen in de steekproef

uitgevallen kruisingen
 nieuwe kruisingen (rotondes in periode 94-98)
 kruisingen vóór 1994 (analysebestand)

code

S502
 S 8
 S38
 S456

aantal kruisingen				
				502
			8	
			38	
			456	

ANALYSEBESTAND

kruisingen met 30 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 30 km/uur
drietakskruispunten met 30 km/uur
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 30 km/uur
 geen bijzondere voorangsregeling
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 geen fietsvoorzieningen

code

M3
 M3 K
 M3 T3 K
 M3 T3 K3
 M3 T3 K3 F1
 M3 T3 K2
 M3 T3 K2 F1
 M3 T4 K
 M3 T4 K4
 M3 T4 K4 F3
 M3 T4 K1
 M3 T4 K1 F3

aantal kruisingen				
				6
			6	
		2		
	1			
		1		
1				
			4	
		3		
3				
	1			
1				

kruisingen met 50 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 50 km/uur
drietakskruispunten met 50 km/uur
 geen bijzondere voorangsregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 50 km/uur
 geen bijzondere voorangsregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

code

M5
 M5 K
 M5 T3 K
 M5 T3 K4
 M5 T3 K4 F1
 M5 T3 K4 F3
 M5 T3 K3
 M5 T3 K3 F1
 M5 T3 K3 F2
 M5 T3 K3 F3
 M5 T3 K2
 M5 T3 K2 F1
 M5 T3 K2 F2
 M5 T3 K2 F3
 M5 T3 K2 F?
 M5 T3 K1
 M5 T3 K1 F1
 M5 T3 K1 F2
 M5 T3 K1 F3
 M5 T4 K
 M5 T4 K4
 M5 T4 K4 F1
 M5 T4 K4 F2
 M5 T4 K4 F3
 M5 T4 K3
 M5 T4 K3 F1
 M5 T4 K3 F2
 M5 T4 K3 F3
 M5 T4 K3 F?
 M5 T4 K2
 M5 T4 K2 F1
 M5 T4 K2 F2
 M5 T4 K2 F3
 M5 T4 K1
 M5 T4 K1 F1
 M5 T4 K1 F2
 M5 T4 K1 F3

aantal kruisingen				
				423
			383	
		178		
		32		
7				
25				
		38		
24				
2				
12				
		73		
34				
26				
11				
2				
		35		
28				
2				
5				
		205		
		27		
3				
5				
19				
		33		
14				
5				
13				
1				
		51		
25				
12				
14				
		94		
75				
10				
9				

rotondes met 50 km/uur
drietakrotondes met 50 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 fiets voorrang
 geen fietsvoorzieningen
viertakrotondes met 50 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 fiets voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

M5 R			40		
M5 T3 R			6		
M5 T3 R3		4			
M5 T3 R3 F1	4				
M5 T3 R2		2			
M5 T3 R2 F3	2				
M5 T4 R			34		
M5 T4 R3		10			
M5 T4 R3 F1	10				
M5 T4 R2		24			
M5 T4 R2 F1	7				
M5 T4 R2 F2	15				
M5 T4 R2 F3	2				

kruisingen met 70 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 70 km/uur
drietakskruispunten met 70 km/uur
 geen bijzondere voorrangregeling
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 70 km/uur
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
rotondes met 70 km/uur
viertakrotondes met 70 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen

code	aantal kruisingen				
M7					27
M7 K				25	
M7 T3 K			13		
M7 T3 K4		1			
M7 T3 K4 F3	1				
M7 T3 K3		1			
M7 T3 K3 F1	1				
M7 T3 K2		6			
M7 T3 K2F1	4				
M7 T3 K2 F2	1				
M7 T3 K2 F3	1				
M7 T3 K1		5			
M7 T3 K1 F1	4				
M7 T3 K1 F2	1				
M7 T4 K			12		
M7 T4 K 2		3			
M7 T4 K2 F1	1				
M7 T4 K2 F2	1				
M7 T4 K2 F3	1				
M7 T4 K1		9			
M7 T4 K1 F1	7				
M7 T4 K1 F2	1				
M7 T4 K1 F3	1				
M7 R				2	
M7 T4 R			2		
M7 T4 R3		1			
M7 T4 R3 F1	1				
M7 T4 R1		1			
M7 T4 R1 F1	1				

TOTAAL

456	456	456	456	456
-----	-----	-----	-----	-----

Bijlage 2

Aantal letselongevallen op kruisingen

STEEKPROEF

totaal aantal kruisingen in de steekproef

uitgevallen kruisingen
 nieuwe kruisingen (rotondes in periode 94-98)
 kruisingen vóór 1994 (analysebestand)

code

S502
 S 8
 S38
 S456

aantal letselongevallen				
				1.014
			3	
			30	
			981	

ANALYSEBESTAND

kruisingen met 30 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 30 km/uur

drietakskruispunten met 30 km/uur

voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen

viertakskruispunten met 30 km/uur

geen bijzondere voorrangsregeling
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 geen fietsvoorzieningen

code

M3
 M3 K
 M3 T3 K
 M3 T3 K3
 M3 T3 K3 F1
 M3 T3 K2
 M3 T3 K2 F1
 M3 T4 K
 M3 T4 K4
 M3 T4 K4 F3
 M3 T4 K1
 M3 T4 K1 F3

aantal letselongevallen				
				4
			4	
		1		
1				
-				
-				
		3		
	1			
1				
		2		
2				

kruisingen met 50 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 50 km/uur

drietakskruispunten met 50 km/uur

geen bijzondere voorrangsregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend

met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

viertakskruispunten met 50 km/uur

geen bijzondere voorrangsregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising

vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend

op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten

vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

code

M5
 M5 K
 M5 T3 K
 M5 T3 K4
 M5 T3 K4 F1
 M5 T3 K4 F3
 M5 T3 K3
 M5 T3 K3 F1
 M5 T3 K3 F2
 M5 T3 K3 F3
 M5 T3 K2
 M5 T3 K2 F1
 M5 T3 K2 F2
 M5 T3 K2 F3
 M5 T3 K2 F?
 M5 T3 K1
 M5 T3 K1 F1
 M5 T3 K1 F2
 M5 T3 K1 F3
 M5 T4 K
 M5 T4 K4
 M5 T4 K4 F1
 M5 T4 K4 F2
 M5 T4 K4 F3
 M5 T4 K3
 M5 T4 K3 F1
 M5 T4 K3 F2
 M5 T4 K3 F3
 M5 T4 K3 F?
 M5 T4 K2
 M5 T4 K2 F1
 M5 T4 K2 F2
 M5 T4 K2 F3
 M5 T4 K1
 M5 T4 K1 F1
 M5 T4 K1 F2
 M5 T4 K1 F3

aantal letselongevallen				
				934
			878	
		235		
	7			
6				
1				
	42			
34				
4				
4				
	107			
56				
37				
11				
3				
	79			
58				
8				
13				
		643		
	27			
3				
7				
17				
	50			
17				
8				
19				
6				
	96			
59				
23				
14				
	470			
392				
35				
43				

rotondes met 50 km/uur
drietaksrotondes met 50 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 fiets voorrang
 geen fietsvoorzieningen
viertaksrotondes met 50 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 fiets voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

M5 R			56		
M5 T3 R		2			
M5 T3 R3		1			
M5 T3 R3 F1	1				
M5 T3 R2		1			
M5 T3 R2 F3	1				
M5 T4 R			54		
M5 T4 R3		11			
M5 T4 R3 F1	11				
M5 T4 R2		43			
M5 T4 R2 F1	11				
M5 T4 R2 F2	29				
M5 T4 R2 F3	3				

kruisingen met 70 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 70 km/uur
drietakskruispunten met 70 km/uur
 geen bijzondere voorrangregeling
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 70 km/uur
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
rotondes met 70 km/uur
viertaksrotondes met 70 km/uur
 fiets geen voorrang
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen

code	aantal letselongevallen				
M7				43	
M7 K			31		
M7 T3 K			14		
M7 T3 K4	-				
M7 T3 K4 F3	-				
M7 T3 K3	-				
M7 T3 K3 F1	-				
M7 T3 K2		4			
M7 T3 K2 F1	4				
M7 T3 K2 F2	-				
M7 T3 K2 F3	-				
M7 T3 K1		10			
M7 T3 K1 F1	10				
M7 T3 K1 F2	-				
M7 T4 K			17		
M7 T4 K 2		6			
M7 T4 K2 F1	5				
M7 T4 K2 F2	1				
M7 T4 K2 F3	-				
M7 T4 K1		11			
M7 T4 K1 F1	11				
M7 T4 K1 F2	-				
M7 T4 K1 F3	-				
M7 R			12		
M7 T4 R			12		
M7 T4 R3		12			
M7 T4 R3 F1	12				
M7 T4 R1	-				
M7 T4 R1 F1	-				

TOTAAL

981	981	981	981	981
-----	-----	-----	-----	-----

Bijlage 3

Aantal letselongevallen per miljoen motorvoertuigen op kruisingen

STEEKPROEF

totaal kruisingen in de steekproef

uitgevalen kruisingen
 nieuwe kruisingen (rotondes in periode 94-98)
 kruisingen vóór 1994 (analysebestand)

code
 S502
 S 8
 S38
 S456

risico kruisingen			
			0,093
			0,012
			0,094
			0,099

ANALYSEBESTAND

kruisingen met 30 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 30 km/uur
drietakskruispunten met 30 km/uur
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 30 km/uur
 geen bijzondere voorrangregeling
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 geen fietsvoorzieningen

code
 M3
 M3 K
 M3 T3 K
 M3 T3 K3
 M3 T3 K3 F1
 M3 T3 K2
 M3 T3 K2 F1
 M3 T4 K
 M3 T4 K4
 M3 T4 K4 F3
 M3 T4 K1
 M3 T4 K1 F3

risico kruisingen			
			0,075
			0,075
		0,063	
		0,080	

kruisingen met 50 km/uur snelheidslimiet

kruispunten met 50 km/uur
drietakskruispunten met 50 km/uur
 geen bijzondere voorrangregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
viertakskruispunten met 50 km/uur
 geen bijzondere voorrangregeling
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 voorrangskruising
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 onbekend
 op voorrangsweg
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen
 met verkeerslichten
 vrijliggende fietsvoorzieningen
 aanliggende fietsvoorzieningen
 geen fietsvoorzieningen

code
 M5
 M5 K
 M5 T3 K
 M5 T3 K4
 M5 T3 K4 F1
 M5 T3 K4 F3
 M5 T3 K3
 M5 T3 K3 F1
 M5 T3 K3 F2
 M5 T3 K3 F3
 M5 T3 K2
 M5 T3 K2 F1
 M5 T3 K2 F2
 M5 T3 K2 F3
 M5 T3 K2 F?
 M5 T3 K1
 M5 T3 K1 F1
 M5 T3 K1 F2
 M5 T3 K1 F3
 M5 T4 K
 M5 T4 K4
 M5 T4 K4 F1
 M5 T4 K4 F2
 M5 T4 K4 F3
 M5 T4 K3
 M5 T4 K3 F1
 M5 T4 K3 F2
 M5 T4 K3 F3
 M5 T4 K3 F?
 M5 T4 K2
 M5 T4 K2 F1
 M5 T4 K2 F2
 M5 T4 K2 F3
 M5 T4 K1
 M5 T4 K1 F1
 M5 T4 K1 F2
 M5 T4 K1 F3

risico kruisingen			
			0,104
			0,108
		0,074	
		0,026	
		0,082	
		0,085	
		0,069	
		0,130	
		0,107	
		0,104	
		0,113	
		0,139	

rotondes met 50 km/uur	M5 R		0,065	
drietaksrotondes met 50 km/uur	M5 T3 R	0,029		
fiets geen voorrang	M5 T3 R3			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M5 T3 R3 F1			
fiets voorrang	M5 T3 R2			
geen fietsvoorzieningen	M5 T3 R2 F3			
viertaksrotondes met 50 km/uur	M5 T4 R	0,068		
fiets geen voorrang	M5 T4 R3			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M5 T4 R3 F1			
fiets voorrang	M5 T4 R2			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M5 T4 R2 F1			
aanliggende fietsvoorzieningen	M5 T4 R2 F2			
geen fietsvoorzieningen	M5 T4 R2 F3			

		risico kruisingen		
kruisingen met 70 km/uur snelheidslimiet	code		0,049	
kruispunten met 70 km/uur	M7 K		0,041	
drietakskruispunten met 70 km/uur	M7 T3 K	0,053		
geen bijzondere voorrangsregeling	M7 T3 K4			
geen fietsvoorzieningen	M7 T3 K4 F3			
voorrangskruising	M7 T3 K3			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T3 K3 F1			
op voorrangsweg	M7 T3 K2			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T3 K2F1			
aanliggende fietsvoorzieningen	M7 T3 K2 F2			
geen fietsvoorzieningen	M7 T3 K2 F3			
met verkeerslichten	M7 T3 K1			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T3 K1 F1			
aanliggende fietsvoorzieningen	M7 T3 K1 F2			
viertakskruispunten met 70 km/uur	M7 T4 K	0,034		
op voorrangsweg	M7 T4 K 2			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 K2 F1			
aanliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 K2 F2			
geen fietsvoorzieningen	M7 T4 K2 F3			
met verkeerslichten	M7 T4 K1			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 K1 F1			
aanliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 K1 F2			
geen fietsvoorzieningen	M7 T4 K1 F3			
rotondes met 70 km/uur	M7 R		0,110	
viertaksrotondes met 70 km/uur	M7 T4 R			
fiets geen voorrang	M7 T4 R3			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 R3 F1			
met verkeerslichten	M7 T4 R1			
vrijliggende fietsvoorzieningen	M7 T4 R1 F1			
TOTAAL		0,099	0,099	0,099

Deze en de volgende bijlagen bevatten tabellen waarin de kruisingen onderling worden vergeleken en waarin de verschillen worden getoetst. Hieronder volgt een toelichting op die tabellen.

Letselgevallen (lo)

Het aantal letselgevallen is het aantal geregistreerde ongevallen over een periode van vijf jaren (1994–1998), waarbij één of meer doden, ziekenhuisgewonden en/of lichtgewonden gevallen zijn.

Intensiteit

De intensiteit is het aantal motorvoertuigen dat is gepasseerd, gemiddeld per kruising en per dag over een periode van twee jaren (1998 en 1999).

Verkeersprestatie (vp)

De verkeersprestatie is het aantal motorvoertuigen (in miljoenen) dat in totaal op alle kruisingen van een beschouwde groep is gepasseerd over een periode van vijf jaren (1994–1998).

Risico (lo/vp)

Het risico van een kruising is gelijk aan het aantal letselgevallen (lo) per eenheid van verkeersprestatie (vp).

Verwacht aantal letselgevallen

Het verwachte aantal letselgevallen is het product van het aantal letsel-ongevallen in een bepaalde klasse van een bepaald kenmerk en de verkeersprestatie in die klasse, gedeeld door de som van de verkeersprestatie van de onderscheiden klassen. Zo wordt het verwachte aantal letselgevallen van bijvoorbeeld kruisingstypen A en B berekend uit het totale aantal geregistreerde ongevallen op A en B samen, verdeeld volgens de verhouding van de verkeersprestaties van A en B.

Chi-kwadraattoets

De chi-kwadraat is het kwadraat van het verschil tussen het verwachte en het geregistreerde aantal letselgevallen in een bepaalde klasse, gedeeld door het verwachte aantal letselgevallen in die klasse. De som van de chi-kwadraten voor de onderscheiden klassen bepaalt de significantie van het verschil in risicowaarden van de klassen. Het aantal vrijheidsgraden is gelijk aan het aantal klassen min 1. In een tabel met twee klassen is het aantal vrijheidsgraden dus 1. Een tweezijdige toets van het verschil (hoger of lager) van de risicowaarden van de twee klassen wordt hier belangrijk bevonden en significant genoemd bij een chi-kwadraatsom van ten minste 2,71. Dit betekent dat er een kans van 10% ($P=0,10$) of minder is dat het verschil op toeval berust. Het verschil wordt uitgedrukt in het percentage dat de risicowaarde van de eerst genoemde klasse hoger of lager is dan de risicowaarde van de tweede klasse.

Tabel B4.1 Kruisingen met verschillende snelheidslimieten

snelheids- limiet	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
30		1	6	0,08	53	4	5	0,31			
50		2	423	0,10	8.980	934	889	2,24			
70		3	27	0,05	872	43	86	21,76			
som			456	0,10	9.905	981	981	24,31	2	4,61	ja
50		2	423	0,10	8.980	934	891	2,12			
70		3	27	0,05	872	43	86	21,85			
som			450	0,10	9.851	977	977	21,85	1	2,71	ja 111%

conclusies:

Het risico op kruispunten met 50 km/uur is 111% hoger dan op kruispunten met 70 km/uur

Tabel B4.2 Vergelijking van kruispunten en rotondes

kruispunten en rotondes	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
K		1	414	0,10	8.937	913	885	0,88			
R		2	42	0,07	968	68	96	8,09			
som			456	0,10	9.905	981	981	8,97	1	2,71	ja 45%

conclusies:

Het risico op kruispunten is 45% hoger dan op rotondes

Tabel B4.3 Vergelijking van kruisingen met drie takken en kruisingen met vier takken

aantal takken	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
3	199	0,07	3.518	252	348	26,69				
4	257	0,11	6.387	729	633	14,70				
som	456	0,10	9.905	981	981	41,39	1	2,71	ja	-37%

conclusies:

Het risico op kruisingen met drie takken is 37% lager dan op kruisingen met vier takken

Tabel B4.4a Vergelijking van kruisingen met verschillende voorangsregelingen; kruispunten met verkeerslichten

voorrangsregeling	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significants	verschil
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	506	8,64				
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	223	0,49				
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	100	0,45				
kruispunten zonder voorangsregeling	4	63	0,06	567	35	56	7,95				
rotondes met verkeerslichten	-	1	-	49	-	5	4,90				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	58	3,45				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	33	2,36				
som		456	0,10	9.905	981	981	28,24	6	10,66	ja	
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	508	7,95				
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	225	0,60				
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	100	0,52				
kruispunten zonder voorangsregeling	4	63	0,06	567	35	56	8,13				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	58	3,57				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	33	2,44				
som		455	0,10	9.855	981	981	23,20	5	9,24	ja	
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	544	1,39				
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	241	3,14				
som		278	0,11	7.364	785	785	4,53	1	2,71	ja	19%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	556	0,49				
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	109	2,48				
som		217	0,11	6.114	665	665	2,97	1	2,71	ja	21%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	546	1,20				
kruispunten zonder voorangsregeling	4	63	0,06	567	35	61	10,83				
som		207	0,11	5.674	607	607	12,03	1	2,71	ja	81%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	552	0,69				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	64	6,00				
som		170	0,11	5.695	616	616	6,69	1	2,71	ja	49%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	560	0,27				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	36	4,16				
som		159	0,11	5.439	596	596	4,43	1	2,71	ja	55%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	508	7,95				
kruisingen zonder verkeerslichten	2+3+4+5+6	311	0,09	4.748	409	473	8,55				
som		455	0,10	9.855	981	981	16,50	1	2,71	ja	30%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	522	4,83				
kruispunten zonder verkeerslichten	2+3+4	270	0,09	3.829	341	391	6,44				
som		414	0,10	8.937	913	913	11,27	1	2,71	ja	26%
kruispunten met verkeerslichten	1	144	0,11	5.108	572	522	4,83				
rotondes	5+6	41	0,07	918	68	94	7,11				
som		185	0,11	6.026	640	616	11,93	1	2,71	ja	51%

conclusies:

het risico op kruispunten met verkeerslichten is 19% hoger dan op kruispunten op voorrangsweg
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 21% hoger dan op kruispunten met voorrangskruising
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 81% hoger dan op kruispunten zonder voorangsregeling
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 49% hoger dan op rotondes met fietsers in de voorrang
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 55% hoger dan op rotondes met fietsers uit de voorrang
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 30% hoger dan op de kruisingen zonder verkeerslichten, inclusief rotondes
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 26% hoger dan op kruispunten zonder verkeerslichten, exclusief rotondes
 het risico op kruispunten met verkeerslichten is 51% hoger dan op rotondes

Tabel B4.4b Vergelijking van kruisingen met verschillende voorrangsregelingen; kruispunten op voorrangsweg

voorrangsregeling	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	212	0,01				
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	94	0,02				
som		207	0,09	3.263	306	306	0,03	1	2,71	nee	
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	198	1,10				
kruispunten zonder voorrangsregeling	4	63	0,06	567	35	50	4,39				
som		197	0,09	2.823	248	248	5,50	1	2,71	ja	53%
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	204	0,40				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	53	1,55				
som		160	0,09	2.843	257	257	1,96	1	2,71	nee	
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	207	0,19				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	30	1,32				
som		149	0,09	2.587	237	237	1,52	1	2,71	nee	

conclusies:

het risico op kruispunten op voorrangsweg is niet hoger of lager dan op kruispunten met voorrangskruising
 het risico op kruispunten op voorrangsweg is 53% hoger dan op kruispunten zonder voorrangsregeling
 het risico op kruispunten op voorrangsweg is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang
 het risico op kruispunten op voorrangsweg is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang

Tabel B4.4c Vergelijking van kruisingen met verschillende voorrangsregelingen; kruispunten met voorrangskruising

voorrangsregeling	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	82	1,51				
kruispunten zonder voorrangsregeling	4	63	0,06	567	35	46	2,68				
som		136	0,08	1.573	128	128	4,18	1	2,71	ja	50%
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	87	0,49				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	50	0,83				
som		99	0,09	1.594	137	137	1,32	1	2,71	nee	
kruispunten met voorrangskruising	3	73	0,09	1.007	93	88	0,28				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	29	0,85				
som		88	0,09	1.338	117	117	1,13	1	2,71	nee	

conclusies:

het risico op kruispunten met voorrangskruising is 50% hoger dan op kruispunten zonder voorrangsregeling
 het risico op kruispunten met voorrangskruising is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang
 het risico op kruispunten met voorrangskruising is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang

Tabel B4.4d Vergelijking van kruisingen met verschillende voorrangregelingen; kruispunten zonder voorrangregeling

voorrangregeling	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
kruispunten zonder voorrangregeling	4	63	0,06	567	35	50	4,39				
kruispunten op voorrangsweg	2	134	0,09	2.256	213	198	1,10				
som		197	0,09	2.823	248	248	5,50	1	2,71	ja	-35%
kruispunten zonder voorrangregeling	4	63	0,06	567	35	39	0,37				
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	40	0,36				
som		89	0,07	1.154	79	79	0,73	1	2,71	nee	
kruispunten zonder voorrangregeling	4	63	0,06	567	35	37	0,13				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	22	0,23				
som		78	0,07	898	59	59	0,37	1	2,71	nee	
kruispunten zonder voorrangregeling	4	63	0,06	567	35	53	6,20				
kruispunten met voorrangregeling	2+3	207	0,09	3.263	306	306	-				
som		207	0,09	3.263	306	306	-	1	2,71	ja	-34%
kruispunten zonder voorrangregeling	4	63	0,06	567	35	56	8,13				
kruisingen met voorrangregeling of ve 1+2+3+5+6		392	0,10	9.289	946	925	0,50				
som		455	0,10	9.855	981	981	8,62	1	2,71	ja	-39%

conclusies:

het risico op kruispunten zonder voorrangregeling is 35% lager dan op kruispunten op voorrangsweg
 het risico op kruispunten zonder voorrangregeling is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers in de voorrang
 het risico op kruispunten zonder voorrangregeling is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang
 het risico op kruispunten zonder voorrangregeling is 34% lager dan op kruispunten met voorrangregeling
 het risico op kruispunten zonder voorrangregeling is 39% lager dan op kruisingen met voorrangregeling of verkeerslichten

Tabel B4.4e Vergelijking van kruisingen met verschillende voorrangregelingen; kruispunten en rotondes

voorrangregeling	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
rotondes met fietsers in de voorrang	5	26	0,07	587	44	43	0,01				
rotondes met fietsers uit de voorrang	6	15	0,07	331	24	25	0,01				
som		41	0,07	918	68	68	0,02	1	2,71	nee	
kruispunten zonder verkeerslichten	2+3+4	270	0,09	3.829	341	330	0,37				
rotondes	5+6	41	0,07	918	68	79	1,56				
som		311	0,09	4.748	409	409	1,94	1	2,71	nee	
kruispunten met voorrangregeling	2+3	207	0,09	3.263	306	292	0,69				
rotondes	5+6	41	0,07	918	68	82	2,44				
som		248	0,09	4.181	374	374	3,12	1	2,71	ja	27%
rotondes	5+6	41	0,07	918	68	91	6,00				
kruispunten	1+2+3+4	414	0,10	8.937	913	890	0,62				
som		455	0,10	9.855	981	981	6,61	1	2,71	ja	-28%

conclusies:

het risico op rotondes met fietsers in de voorrang is niet hoger of lager dan op rotondes met fietsers uit de voorrang
 het risico op kruispunten zonder verkeerslichten is niet hoger of lager dan op rotondes
 het risico op kruispunten met voorrangregeling is 27% hoger dan op rotondes
 het risico op rotondes is 28% lager dan op kruispunten

Tabel B4.5 Vergelijking van kruisingen met verschillende fietsvoorzieningen

fietsvoorziening	code	aantal	risico (lo/vp)	verkeers- prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel- ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel- ongevallen	chi- kwadraat	aantal vrijheids- graden	chi- kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
onbekend	-	4	0,23	44	10	4	7,24				
vrijliggend fietspad	1	251	0,10	6.847	690	678	0,21				
aanliggend fietspad	2	81	0,10	1.490	152	148	0,13				
geen fietsvoorziening	3	120	0,08	1.524	129	151	3,18				
som		456	0,10	9.905	981	981	10,77	3	6,25	ja	
vrijliggend fietspad	1	251	0,10	6.847	690	692	0,00				
aanliggend fietspad	2	81	0,10	1.490	152	150	0,02				
som		332	0,10	8.337	842	842	0,02	1	2,71	nee	
vrijliggend fietspad	1	251	0,10	6.847	690	670	0,60				
geen fietsvoorziening	3	120	0,08	1.524	129	149	2,70				
som		371	0,10	8.371	819	819	3,31	1	2,71	ja	19%
aanliggend fietspad	2	81	0,10	1.490	152	139	1,23				
geen fietsvoorziening	3	120	0,08	1.524	129	142	1,20				
som		201	0,09	3.013	281	281	2,44	1	2,71	nee	

Conclusies:

het risico op kruisingen met vrijliggend fietspad is niet hoger of lager dan op kruisingen met aanliggend fietspad
 het risico op kruisingen met vrijliggend fietspad is 19% hoger dan op kruisingen zonder fietsvoorziening
 het risico op kruisingen met aanliggend fietspad is niet hoger of lager dan op kruisingen zonder fietsvoorziening

Bijlage 5

Vergelijking intensiteitsklassen van kruisingstypen

Tabel B5.1 Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	12	9.724	0,13	213	27	15	10,08				
intensiteitsklasse 2	11	16.227	0,06	326	19	23	0,58				
intensiteitsklasse 3	12	27.344	0,06	599	33	42	1,77				
som	35	17.809	0,07	1.138	79	79	12,44	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	12	9.724	0,13	213	27	18	4,28				
intensiteitsklasse 2	11	16.227	0,06	326	19	28	2,79				
som	23	12.975	0,09	539	46	46	7,07	1	2,71	ja	117%
intensiteitsklasse 1	12	9.724	0,13	213	27	16	8,06				
intensiteitsklasse 3	12	27.344	0,06	599	33	44	2,86				
som	24	18.534	0,07	812	60	60	10,92	1	2,71	ja	130%
intensiteitsklasse 2	11	16.227	0,06	326	19	18	0,03				
intensiteitsklasse 3	12	27.344	0,06	599	33	34	0,01				
som	23	21.786	0,06	925	52	52	0,04	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	12	9.724	0,13	213	27	15	10,08				
intensiteitsklasse 2+3	23	21.786	0,06	925	52	64	2,32				
som	35	17.809	0,07	1.138	79	79	12,41	1	2,71	ja	125%
intensiteitsklasse 2	11	16.227	0,06	326	19	23	0,58				
intensiteitsklasse 1+3	24	18.534	0,07	812	60	56	0,23				
som	35	17.809	0,07	1.138	79	79	0,81	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	12	27.344	0,06	599	33	42	1,77				
intensiteitsklasse 1+2	23	12.975	0,09	539	46	37	1,97				
som	35	17.809	0,07	1.138	79	79	3,74	1	2,71	ja	-35%

conclusies:

Het risico in intensiteitsklasse 1 is 117% hoger dan in intensiteitsklasse 2
 Het risico in intensiteitsklasse 1 is 130% hoger dan in intensiteitsklasse 3
 Het risico in intensiteitsklasse 1 is 125% hoger dan in intensiteitsklassen 2+3
 Het risico in intensiteitsklasse 3 is 35% lager dan in intensiteitsklassen 1+2

Tabel B5.2 Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	24	4.443	0,09	195	17	17	0,01				
intensiteitsklasse 2	25	9.567	0,10	436	42	37	0,59				
intensiteitsklasse 3	24	14.185	0,08	621	48	53	0,49				
som	73	9.401	0,09	1.252	107	107	1,09	2	4,61	nee	
intensiteitsklasse 1	24	4.443	0,09	195	17	18	0,08				
intensiteitsklasse 2	25	9.567	0,10	436	42	41	0,03				
som	49	7.005	0,09	631	59	59	0,03	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	24	4.443	0,09	195	17	16	0,14				
intensiteitsklasse 3	24	14.185	0,08	621	48	49	0,05				
som	48	9.314	0,08	816	65	65	0,19	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	25	9.567	0,10	436	42	37	0,64				
intensiteitsklasse 3	24	14.185	0,08	621	48	53	0,45				
som	49	11.876	0,09	1.058	90	90	1,08	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	24	4.443	0,09	195	17	17	0,01				
intensiteitsklasse 2+3	49	11.876	0,09	1.058	90	90	0,00				
som	73	9.401	0,09	1.252	107	107	0,01	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	25	9.567	0,10	436	42	37	0,59				
intensiteitsklasse 1+3	48	9.314	0,08	816	65	70	0,32				
som	73	9.401	0,09	1.252	107	107	0,91	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	24	14.185	0,08	621	48	53	0,49				
intensiteitsklasse 1+2	49	7.005	0,09	631	59	54	0,48				
som	73	9.401	0,09	1.252	107	107	0,96	1	2,71	nee	
conclusies:											
geen verschillen											

Tabel B5.3 Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	13	2.899	0,10	69	7	6	0,33				
intensiteitsklasse 2	12	6.942	0,10	152	15	12	0,52				
intensiteitsklasse 3	13	12.291	0,07	292	20	24	0,64				
som	38	7.389	0,08	512	42	42	1,48	2	4,61	nee	
intensiteitsklasse 1	13	2.899	0,10	69	7	7	0,00				
intensiteitsklasse 2	12	6.942	0,10	152	15	15	0,00				
som	25	4.921	0,10	221	22	22	0,00	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	13	2.899	0,10	69	7	5	0,66				
intensiteitsklasse 3	13	12.291	0,07	292	20	22	0,16				
som	26	7.595	0,07	360	27	27	0,82	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	12	6.942	0,10	152	15	12	0,75				
intensiteitsklasse 3	13	12.291	0,07	292	20	23	0,39				
som	25	9.617	0,08	444	35	35	1,15	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	13	2.899	0,10	69	7	6	0,33				
intensiteitsklasse 2+3	25	9.617	0,08	444	35	36	0,05				
som	38	7.389	0,08	512	42	42	0,38	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	12	6.942	0,10	152	15	12	0,52				
intensiteitsklasse 1+3	26	7.595	0,07	360	27	30	0,22				
som	38	7.389	0,08	512	42	42	0,74	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	13	12.291	0,07	292	20	24	0,64				
intensiteitsklasse 1+2	25	4.921	0,10	221	22	18	0,84				
som	38	7.389	0,08	512	42	42	1,48	1	2,71	nee	
conclusies:											
geen verschillen											

Tabel B5.4 Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang van rechts

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	11	1.238	0,04	25	1	1	0,19				
intensiteitsklasse 2	10	3.653	0,03	67	2	2	0,04				
intensiteitsklasse 3	11	8.731	0,02	175	4	5	0,08				
som	32	7.389	0,03	267	7	7	0,30	2	4,61	nee	
intensiteitsklasse 1	11	1.238	0,04	25	1	1	0,04				
intensiteitsklasse 2	10	3.653	0,03	67	2	2	0,02				
som	21	2.445	0,03	92	3	3	0,02	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	1.238	0,04	25	1	1	0,23				
intensiteitsklasse 3	11	8.731	0,02	175	4	4	0,03				
som	22	4.984	0,02	200	5	5	0,26	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	10	3.653	0,03	67	2	2	0,07				
intensiteitsklasse 3	11	8.731	0,02	175	4	4	0,03				
som	21	6.192	0,02	242	6	6	0,10	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	1.238	0,04	25	1	1	0,19				
intensiteitsklasse 2+3	21	6.192	0,02	242	6	6	0,02				
som	32	7.389	0,03	267	7	7	0,20	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	10	3.653	0,03	67	2	2	0,04				
intensiteitsklasse 1+3	22	4.984	0,02	200	5	5	0,01				
som	32	7.389	0,03	267	7	7	0,05	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	11	8.731	0,02	175	4	5	0,08				
intensiteitsklasse 1+2	21	2.445	0,03	92	3	2	0,15				
som	32	7.389	0,03	267	7	7	0,23	1	2,71	nee	

conclusies:
geen verschillen

Tabel B5.5 Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	76	6,26				
intensiteitsklasse 2	32	17.941	0,14	1.048	145	146	0,01				
intensiteitsklasse 3	31	31.430	0,13	1.778	227	248	1,75				
som	94	19.658	0,14	3.372	470	470	8,02	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	83	2,60				
intensiteitsklasse 2	32	17.941	0,14	1.048	145	160	1,35				
som	63	13.800	0,15	1.594	243	243	1,35	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	76	6,11				
intensiteitsklasse 3	31	31.430	0,13	1.778	227	249	1,88				
som	62	20.544	0,14	2.325	325	325	7,98	1	2,71	ja	40%
intensiteitsklasse 2	32	17.941	0,14	1.048	145	138	0,36				
intensiteitsklasse 3	31	31.430	0,13	1.778	227	234	0,21				
som	63	24.685	0,13	2.826	372	372	0,58	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	76	6,26				
intensiteitsklasse 2+3	63	24.685	0,13	2.826	372	394	1,21				
som	94	19.658	0,14	3.372	470	470	7,48	1	2,71	ja	36%
intensiteitsklasse 2	32	17.941	0,14	1.048	145	146	0,01				
intensiteitsklasse 1+3	62	24.685	0,14	2.325	325	324	0,00				
som	94	19.658	0,14	3.372	470	470	0,01	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	31	31.430	0,13	1.778	227	248	1,75				
intensiteitsklasse 1+2	63	13.800	0,15	1.594	243	222	1,95				
som	94	19.658	0,14	3.372	470	470	3,70	1	2,71	ja	-16%

conclusies:
Het risico in intensiteitsklasse 1 is 40% hoger dan in intensiteitsklasse 3
Het risico in intensiteitsklasse 1 is 36% hoger dan in intensiteitsklassen 2+3
Het risico in intensiteitsklasse 3 is 16% lager dan in intensiteitsklassen 1+2

Tabel B5.6 Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	17	4.178	0,12	130	15	15	0,01				
intensiteitsklasse 2	17	8.152	0,16	253	41	29	5,32				
intensiteitsklasse 3	17	14.981	0,09	465	40	53	3,04				
som	51	9.104	0,11	847	96	96	8,37	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	17	4.178	0,12	130	15	19	0,83				
intensiteitsklasse 2	17	8.152	0,16	253	41	37	0,43				
som	34	6.165	0,15	383	56	56	0,43	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	17	4.178	0,12	130	15	12	0,75				
intensiteitsklasse 3	17	14.981	0,09	465	40	43	0,21				
som	34	9.580	0,09	594	55	55	0,96	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	17	8.152	0,16	253	41	29	5,44				
intensiteitsklasse 3	17	14.981	0,09	465	40	52	2,96				
som	34	11.567	0,11	718	81	81	8,39	1	2,71	ja	88%
intensiteitsklasse 1	17	4.178	0,12	130	15	15	0,01				
intensiteitsklasse 2+3	34	11.567	0,11	718	81	81	0,00				
som	51	9.104	0,11	847	96	96	0,01	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	17	8.152	0,16	253	41	29	5,32				
intensiteitsklasse 1+3	34	19.160	0,09	594	55	67	2,26				
som	51	9.104	0,11	847	96	96	7,58	1	2,71	ja	75%
intensiteitsklasse 3	17	14.981	0,09	465	40	53	3,04				
intensiteitsklasse 1+2	34	6.165	0,15	383	56	43	3,70				
som	51	9.104	0,11	847	96	96	6,74	1	2,71	ja	-41%

conclusies:
 Het risico in intensiteitsklasse 2 is 88% hoger dan in intensiteitsklasse 3
 Het risico in intensiteitsklasse 2 is 75% hoger dan in intensiteitsklassen 1+3
 Het risico in intensiteitsklasse 3 is 41% lager dan in intensiteitsklassen 1+2

Tabel B5.7 Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrangskruising

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	11	3.476	0,17	70	12	7	3,07				
intensiteitsklasse 2	11	6.242	0,12	125	15	13	0,29				
intensiteitsklasse 3	11	14.180	0,08	285	23	30	1,50				
som	33	7.966	0,10	480	50	50	4,86	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	11	3.476	0,17	70	12	10	0,57				
intensiteitsklasse 2	11	6.242	0,12	125	15	17	0,32				
som	22	4.859	0,14	195	27	27	0,32	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	3.476	0,17	70	12	7	3,79				
intensiteitsklasse 3	11	14.180	0,08	285	23	28	0,93				
som	22	8.828	0,10	354	35	35	4,72	1	2,71	ja	113%
intensiteitsklasse 2	11	6.242	0,12	125	15	12	0,99				
intensiteitsklasse 3	11	14.180	0,08	285	23	26	0,43				
som	22	10.211	0,09	410	38	38	1,42	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	3.476	0,17	70	12	7	3,07				
intensiteitsklasse 2+3	22	10.211	0,09	410	38	43	0,52				
som	33	7.966	0,10	480	50	50	3,60	1	2,71	ja	86%
intensiteitsklasse 2	11	6.242	0,12	125	15	13	0,29				
intensiteitsklasse 1+3	22	8.828	0,10	354	35	37	0,10				
som	33	7.966	0,10	480	50	50	0,39	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	11	14.180	0,08	285	23	30	1,50				
intensiteitsklasse 1+2	22	4.859	0,14	195	27	20	2,19				
som	33	7.966	0,10	480	50	50	3,69	1	2,71	ja	-42%

conclusies:
 Het risico in intensiteitsklasse 1 is 113% hoger dan in intensiteitsklasse 3
 Het risico in intensiteitsklasse 1 is 86% hoger dan in intensiteitsklassen 2+3
 Het risico in intensiteitsklasse 3 is 42% lager dan in intensiteitsklassen 1+2

Tabel B5.8 Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet en voorrang van rechts

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	13	2.465	0,10	58	6	6	0,01				
intensiteitsklasse 2	14	7.577	0,11	194	21	21	0,00				
som	27	5.115	0,11	252	27	27	0,01	1	2,71	nee	
conclusies:											
geen verschillen											

Tabel B5.9 Viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	11	6.271	0,05	126	6	9	0,79				
intensiteitsklasse 2	12	11.572	0,09	253	22	17	1,26				
intensiteitsklasse 3	11	20.433	0,06	410	26	28	0,15				
som	34	12.724	0,07	790	54	54	2,20	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	11	6.271	0,05	126	6	9	1,17				
intensiteitsklasse 2	12	11.572	0,09	253	22	19	0,58				
som	23	8.922	0,07	379	28	28	0,58	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	6.271	0,05	126	6	8	0,31				
intensiteitsklasse 3	11	20.433	0,06	410	26	24	0,09				
som	22	13.352	0,06	536	32	32	0,40	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	12	11.572	0,09	253	22	18	0,73				
intensiteitsklasse 3	11	20.433	0,06	410	26	30	0,45				
som	23	16.002	0,07	664	48	48	1,19	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	11	6.271	0,05	126	6	9	0,79				
intensiteitsklasse 2+3	23	16.002	0,07	664	48	45	0,15				
som	34	12.724	0,07	790	54	54	0,94	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	12	11.572	0,09	253	22	17	1,26				
intensiteitsklasse 1+3	22	13.352	0,06	536	32	37	0,59				
som	34	12.724	0,07	790	54	54	1,85	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 3	11	20.433	0,06	410	26	28	0,15				
intensiteitsklasse 1+2	23	8.922	0,07	379	28	26	0,16				
som	34	12.724	0,07	790	54	54	0,31	1	2,71	nee	
conclusies:											
geen verschillen											

Tabel B5.10a Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg of met voorrangskruising

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	37	3.664	0,08	247	19	21	0,17				
intensiteitsklasse 2	37	8.640	0,10	583	60	49	2,34				
intensiteitsklasse 3	37	13.832	0,07	934	70	79	0,99				
som	111	8.712	0,08	1.765	149	149	3,51	2	4,61	nee	
intensiteitsklasse 1	37	3.664	0,08	247	19	24	0,87				
intensiteitsklasse 2	37	8.640	0,10	583	60	55	0,37				
som	74	6.152	0,10	831	79	79	1,24	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	37	3.664	0,08	247	19	19	0,01				
intensiteitsklasse 3	37	13.832	0,07	934	70	70	0,00				
som	74	8.748	0,08	1.181	89	89	0,01	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	37	8.640	0,10	583	60	50	2,01				
intensiteitsklasse 3	37	13.832	0,07	934	70	80	1,25				
som	74	11.236	0,09	1.517	130	130	3,26	1	2,71	ja	37%
intensiteitsklasse 1	37	3.664	0,08	247	19	21	0,17				
intensiteitsklasse 2+3	74	11.236	0,09	1.517	130	128	0,03				
som	111	8.712	0,08	1.765	149	149	0,20	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	37	8.640	0,10	583	60	49	2,34				
intensiteitsklasse 1+3	74	8.748	0,08	1.181	89	100	1,16				
som	111	8.712	0,08	1.765	149	149	3,50	1	2,71	ja	37%
intensiteitsklasse 3	37	13.832	0,07	934	70	79	0,99				
intensiteitsklasse 1+2	74	6.152	0,10	831	79	70	1,12				
som	111	8.712	0,08	1.765	149	149	2,11	1	2,71	nee	

conclusies:

Het risico in intensiteitsklasse 2 is 37% hoger dan in intensiteitsklasse 3
 Het risico in intensiteitsklasse 2 is 37% hoger dan in intensiteitsklassen 1+3

Tabel B5.10b Viertakskruispunten met 50 km/uur-limiet op voorrangsweg of met voorrangskruising

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
intensiteitsklasse 1	28	3.781	0,13	193	26	21	1,06				
intensiteitsklasse 2	28	7.431	0,16	380	59	42	7,10				
intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	83	5,82				
som	84	8.657	0,11	1.327	146	146	13,98	2	4,61	ja	
intensiteitsklasse 1	28	3.781	0,13	193	26	29	0,25				
intensiteitsklasse 2	28	7.431	0,16	380	59	56	0,13				
som	56	5.606	0,15	573	85	85	0,37	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 1	28	3.781	0,13	193	26	18	3,84				
intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	69	0,98				
som	56	9.270	0,09	947	87	87	4,83	1	2,71	ja	66%
intensiteitsklasse 2	28	7.431	0,16	380	59	40	8,81				
intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	80	4,43				
som	56	11.095	0,11	1.134	120	120	13,24	1	2,71	ja	92%
intensiteitsklasse 1	28	3.781	0,13	193	26	21	1,06				
intensiteitsklasse 2+3	56	11.095	0,11	1.134	120	125	0,18				
som	84	8.657	0,11	1.327	146	146	1,24	1	2,71	nee	
intensiteitsklasse 2	28	7.431	0,16	380	59	42	7,10				
intensiteitsklasse 1+3	56	9.270	0,09	947	87	104	2,85				
som	84	8.657	0,11	1.327	146	146	9,95	1	2,71	ja	69%
intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	83	5,82				
intensiteitsklasse 1+2	56	5.606	0,15	573	85	63	7,66				
som	84	8.657	0,11	1.327	146	146	13,47	1	2,71	ja	-45%

conclusies:

Het risico in intensiteitsklasse 1 is 66% hoger dan in intensiteitsklasse 3
 Het risico in intensiteitsklasse 2 is 92% hoger dan in intensiteitsklassen 3
 Het risico in intensiteitsklasse 2 is 69% hoger dan in intensiteitsklassen 1+ 3
 Het risico in intensiteitsklasse 3 is 45% lager dan in intensiteitsklassen 1+2

Bijlage 6

Vergelijking kruisingen op detailkenmerken

Tabel B6.1 Drietakskruispunten met 50 km/uur-limiet naar voorrangregeling

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
rechts voorrang, intensiteitsklassen 1+2+3	32	3.676	0,03	267	7	13	3,12				
bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 1	37	3.664	0,08	247	19	13	3,37				
som	69	3.670	0,05	514	26	26	6,49	1	2,71	ja	-66%
verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	12	9.724	0,13	213	27	19	3,05				
voorrangregeling, intensiteitsklassen 2+3	74	6.152	0,09	1.517	130	138	0,43				
som	86	7.938	0,09	1.730	157	157	3,48	1	2,71	ja	48%

conclusies:

het risico in klasse 1+2+3 van drietakskruispunten met rechts voorrang is 66% lager dan in klasse 1 van drietakskruispunten met bijzondere voorrangregeling
 het risico in klasse 1 van drietakskruispunten met verkeerslichten is 48% hoger dan in klassen 2+3 van drietakskruispunten met bijzondere voorrangregeling

Tabel B6.2 Viertakskruisingen met 50 km/uur-limiet naar voorrangregeling

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
rechts voorrang, voorrangregeling, intensiteitsklassen 1+2	27	5.115	0,11	252	27	34	1,52				
som	83	5.361	0,14	825	112	112	2,19	1	2,71	nee	
verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	56	32,15				
bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	77	3,27				
rotonde	34	12.724	0,07	790	54	80	8,70				
som	93	13.741	0,10	2.090	213	213	44,12	1	2,71	ja	
verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	67	14,57				
bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	92	10,56				
som	59	12.209	0,12	1.301	159	159	25,12	1	2,71	ja	122%
verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	62	20,65				
rotonde	34	12.724	0,07	790	54	90	14,29				
som	65	11.191	0,11	1.336	152	152	34,94	1	2,71	ja	162%
verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	31	9.659	0,18	546	98	56	32,15				
bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3 en rotonde	62	27.482	0,07	1.544	115	157	11,38				
som	93	18.570	0,10	2.090	213	213	43,53	1	2,71	ja	141%
bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	56	0,41				
rotonde	34	12.724	0,07	790	54	59	0,39				
som	62	13.741	0,07	1.544	115	115	0,81	1	2,71	nee	

conclusies:

het risico in klasse 1 van viertakskruispunten met verkeerslichten is 122% hoger dan in klasse 3 van viertakskruispunten met bijzondere voorrangregeling
 het risico in klasse 1 van viertakskruispunten met verkeerslichten is 162% hoger dan van viertakskruispunten met rotondes
 het risico in klasse 1 van viertakskruispunten met verkeerslichten is 141% hoger dan in klasse 3 van viertakskruispunten met bijzondere voorrangregeling en rotondes

Tabel B6.3 Kruispunten met 50 km/uur-limiet en verkeerslichten naar aantal takken

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
drietakskruispunten met verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	12	1.238	0,13	213	27	35	1,85				
viertakskruispunten met verkeerslichten, intensiteitsklasse 1	31	3.664	0,18	546	98	90	0,72				
som	43	2.451	0,16	759	125	125	2,57	1	2,71	nee	
drietakskruispunten met verkeerslichten, intensiteitsklassen 2+3	23	21.786	0,06	925	52	105	26,40				
met verkeerslichten, intensiteitsklassen 2+3	63	24.685	0,13	2826	372	319	8,64				
som	86	23.236	0,11	3.750	424	424	35,03	1	2,71	ja	-57%

conclusies:
het risico in klassen 2+3 van drietakskruispunten met verkeerslichten is 57% lager dan in klassen 2+3 van viertakskruispunten met verkeerslichten

Tabel B6.4 Kruispunten met 50 km/uur-limiet en bijzondere voorrangregeling naar aantal takken

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
drietakskruispunten met bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklassen 1+2	74	6.152	0,10	831	79	97	3,36				
viertakskruispunten met bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklassen 1+2	56	5.606	0,15	573	85	67	4,88				
som	130	5.879	0,12	1.404	164	164	8,24	1	2,71	ja	-36%
drietakskruispunten met bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3	37	13.832	0,07	934	70	72	0,08				
viertakskruispunten met bijzondere voorrangregeling, intensiteitsklasse 3	28	14.758	0,08	754	61	59	0,10				
som	65	14.295	0,08	1.688	131	131	0,19	1	2,71	nee	

conclusies:
het risico in klassen 1+2 van drietakskruispunten met bijzondere voorrangregeling is 36% lager dan in klassen 1+2 van viertakskruispunten met bijzondere voorrangregeling

Tabel B6.5 Kruispunten met 50 km/uur-limiet en rechts voorrang naar aantal takken

intensiteitsklasse	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeers-prestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheids-graden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
drietakskruispunten met rechts voorrang	32	7.389	0,03	267	7	17	6,29				
viertakskruispunten met rechts voorrang	27	5.115	0,11	252	27	17	6,65				
som	59	6.252	0,07	519	34	34	12,94	1	2,71	ja	-76%

conclusies:
het risico van drietakskruispunten met rechts voorrang is 76% lager dan van viertakskruispunten met rechts voorrang

Tabel B6.6a Vergelijking van nieuwe rotondes met 50 km/uur-limiet op aantal takken en voorrang voor de fiets

type	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	8	13.953	0,12	50	6	5	0,32				
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	7	7.694	0,12	64	8	6	0,57				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	11.990	0,13	99	13	9	1,34				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	12	11.367	0,03	101	3	10	4,59				
som	37	10.806	0,10	314	30	30	6,82	3	6,251		ja
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	8	13.953	0,12	50	6	6	0,00				
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	7	7.694	0,12	64	8	8	0,00				
som	15	10.823	0,12	114	14	14	0,00	1	2,706		nee
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	8	13.953	0,12	50	6	6	0,02				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	11.990	0,13	99	13	13	0,01				
som	18	12.971	0,13	149	19	19	0,03	1	2,706		nee
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	7	7.694	0,12	64	8	8	0,01				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	11.990	0,13	99	13	13	0,01				
som	17	9.842	0,13	163	21	21	0,02	1	2,706		nee
nieuwe drietaksrotondes met 50 km/uur-limiet	15		0,12	114	14	11	0,88				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet	22		0,08	200	16	19	0,50				
som	37	10.806	0,10	314	30	30	1,38	1	2,706		nee
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	7.694	0,13	99	13	8	3,28				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	12	11.990	0,03	101	3	8	3,21				
som	22		0,08	200	16	16	6,49	1	2,706		ja 344%

conclusies:

Het risico op nieuwe viertaksrotondes met fietsers in de voorrang is 344% hoger dan op nieuwe viertaksrotondes met fietsers uit de voorrang

Tabel B6.6b Vergelijking van oude en nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet naar voorrang voor de fiets

type	aantal	intensiteit	risico (lo/vp)	verkeersprestatie (vp)	geregistreerd aantal letsel-ongevallen (lo)	verwacht aantal letsel-ongevallen	chi-kwadraat	aantal vrijheidsgraden	chi-kwadraat bij P=0,10	significant	verschil
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	24	13.059	0,08	572	43	55	2,46				
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	10	11.920	0,05	218	11	21	4,59				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	11.990	0,13	99	13	9	1,34				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	12	11.367	0,03	101	3	10	4,59				
som	56	10.806	0,07	990	70	94	12,98	3	6,251		ja
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	24	13.059	0,08	572	43	39	0,38				
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	10	11.920	0,05	218	11	15	1,01				
som	34	12.489	0,07	790	54	54	1,40	1	2,706		nee
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	24	13.059	0,08	572	43	48	0,47				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets voorrang	10	11.990	0,13	99	13	8	2,73				
som	34	12.524	0,08	671	56	56	3,20	1	2,706		ja -43%
oude viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	10	11.920	0,05	218	11	10	0,22				
nieuwe viertaksrotondes met 50 km/uur-limiet en fiets geen voorrang	12	11.367	0,03	101	3	4	0,47				
som	22	11.643	0,04	319	14	14	0,69	1	2,706		nee

conclusies:

Het risico op oude viertaksrotondes met fietsers in de voorrang is 43% lager dan op nieuwe viertaksrotondes met fietsers in de voorrang