

VEILIGHEID VAN ONGELIJKVLOERSE KRUISPUNTEN OP ENKELBAANSWEGEN

Een verslag van een onderzoek voor de Werkgroep "Ongelijkvloerse kruispunten enkelbaanswegen" van de Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek (C.R.O.W)

R-92-35

Ir. S.T.M.C. Janssen

Leidschendam, 1992

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

1. Inleiding
2. Doelstellingen
3. Werkwijze
 - 3.1. Inventarisatie
 - 3.2. Hypothesen
 - 3.3. Intensiteitsverhouding
 - 3.4. Kruispuntenintensiteit
 - 3.5. Betrouwbaarheidsmarge
 - 3.6. Grafieken
 - 3.7. Toetsen
4. Uitvoering
 - 4.1. Vergelijking van kruispunten
 - 4.2. Vergelijking van intensiteitsverhoudingen
 - 4.3. Vergelijking van kruispunttypen
5. Conclusies
 - 5.1. Algemeen
 - 5.2. Gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten
 - 5.3. Gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten
 - 5.4. Gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten
 - 5.5. Ongelijkvloerse kruispunten en kruispunten met verkeerslichten

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 14

Tabellen 1 en 2

1. INLEIDING

Het onderzoek naar de veiligheid van kruispunten op enkelbaanswegen heeft een geschiedenis. Deze begint in 1986 met een studie "Enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; Verkeersveiligheidsstudie gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten" die is uitgevoerd door Bureau Goudappel Coffeng bv. In de rapportage over de eerste fase van genoemde studie (zie: BGC-1986; RWC/585/29/Ut) worden geen significante verschillen in veiligheid gevonden tussen gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten. Het materiaal laat de kwestie onbeslist!

Ook in de tweede fase van de studie, waarbij kruispunten met een 'afwijkende vormgeving' buiten beschouwing zijn gebleven (zie: BGC-1987; RWC/610/32/Ey), is er geen significant verschil tussen de kruispunten gebleken.

Inmiddels heeft een C.R.O.W.-werkgroep "Ongelijkvloerse kruispunten enkelbaanswegen" zich in het probleem verdiept. Verdere bestudering van de gegevens heeft weliswaar een nieuw effect opgeleverd van de 'sequentie' van de kruispunttypen, maar opnieuw is er geen verband aangetoond tussen het type kruispunt en het aantal ongevallen (zie: BGC-1988; SWO/088/06/Ey).

In opdracht van de Dienst Verkeerskunde heeft de SWOV in 1990 een notitie gemaakt voor de C.R.O.W.-werkgroep waarin een nabeschuiving wordt gegeven van de BGC-studie. De analyse die de SWOV vervolgens heeft uitgevoerd met het basismateriaal geeft plausibele veronderstellingen voor de niet-significante verschillen in de onveiligheid van de kruispunttypen. In de notitie (Janssen, 1990) worden de resultaten van deze analyse weergegeven. Er zijn slechts indicatieve uitspraken mogelijk gebleken. Ongelijkvloerse kruispunten lijken veiliger dan gelijkvloerse kruispunten bij bepaalde verhouding en som van intensiteiten van zij- en hoofdweg. Ook lijken bij bepaalde intensiteiten gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten veiliger dan die zonder verkeerslichten.

Deze voorzichtige uitspraken hebben geleid tot een vervolg van het onderzoek naar de veiligheid van kruispunten waarbij de uitspraken als hypothesen zijn ingebracht en getoetst met actuele gegevens over onveiligheid.

vormgeving en intensiteiten voor een grotere verzameling van kruispunten op enkelbaanswegen.

In 1991 is door het C.R.O.W opdracht gegeven aan de SWOV dit vervolgonderzoek uit te voeren. Het onderwerp van de studie is de verkeersveiligheid van de kruispunten op enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom die in beheer en onderhoud zijn van het rijk of de provincie. De beheerders is gevraagd gegevens te leveren van kruispunten met vier takken op de rijks- en provinciale enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom van de categorieën 'autoweg' en 'weg met volledige gesloten verklaring' (aangegeven met borden 57b, resp. 17b+23). Kruisingen van bovengenoemde wegen met autosnelwegen zijn buiten beschouwing gebleven.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek.

Dit verslag wordt opgenomen als bijlage van de C.R.O.W.-publicatie: Ongeleijkvloerse kruispunten in enkelbaanswegen; Toepassing uitvoering en veiligheid.

2. DOELSTELLINGEN

Dit onderzoek naar de veiligheid van kruispunten op enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom dient antwoord te geven op de volgende vragen:

1. Zijn de ongelijkvloerse kruispunten op enkelbaanswegen veiliger dan de gelijkvloerse kruispunten? Bij welke verhouding en som van intensiteiten van zij- en hoofdweg is dit (niet) het geval?
2. Zijn de gelijkvloerse kruispunten op enkelbaanswegen met verkeerslichten veiliger dan soortgelijke kruispunten zonder verkeerslichten? Bij welke verhouding en som van intensiteiten van zij- en hoofdweg is dit (niet) het geval?
3. Is een gelijkvloers kruispunt (met bepaalde intensiteiten) dat gelegen is tussen twee ongelijkvloerse kruispunten onveiliger dan een gelijkvloers kruispunt (met vergelijkbare intensiteiten) tussen andere gelijkvloerse kruispunten?

3. WERKWIJZE

In het BGC-onderzoek "Enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; Verkeersveiligheidsstudie gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten" zijn geen significante verschillen gevonden bij toetsing van de bovengenoemde hypothesen. Gegeven het basismateriaal van die studie (totaal 137 kruispunten op 10 wegen in de provincies Groningen, Friesland en Drenthe) betekent dit dat over de verschillen in veiligheid tussen gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten geen uitspraak te doen was. Ook bij uitsplitsing naar de verhouding van intensiteiten van zijweg en hoofdweg en naar kruispunten met en zonder verkeerslichten waren er geen verschillen.

De ervaringen in de praktijk en de resultaten uit verkeersveiligheids-onderzoek hebben veelal wel verschillen aangetoond. Uit diverse onderzoeken naar de veiligheid op kruispunten blijkt niet alleen het kenmerk gelijk- en ongelijkvloers en de aanwezigheid van verkeerslichten dominant te zijn, maar heeft de intensiteit op de zijweg vaak ook een belangrijke invloed op het aantal ongevallen. De kruispunten uit de BGC-studie waren in drie groepen ondergebracht naar het kenmerk verhouding van de motorvoertuigintensiteiten op de zijweg en de hoofdweg (IZ/IH):

- groep A: $0 < IZ/IH < 1/4$
- groep B: $1/4 < IZ/IH < 3/4$
- groep C: $3/4 < IZ/IH < 1$.

De conclusie uit de aanvullende SWOV-analyse heeft geleid tot de indicatieve uitspraak dat gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten in groep C veiliger lijken dan soortgelijke kruispunten uit groep B. Het meest veilig lijken dergelijke kruispunten uit groep A.

Bij deze uitspraak wordt de kanttekening geplaatst dat de klassegrenzen arbitrair zijn vastgesteld. De sterke invloed van de intensiteitsverhouding op het aantal ongevallen rechtvaardigt een meer verantwoorde klasse-indeling. Al met al ontstond er behoefte om het onderzoek over te doen met meer basismateriaal.

3.1. Inventarisatie

Alle regionale directies van de Rijkswaterstaat en de verkeersdiensten van de provinciale waterstaten zijn benaderd om mee te werken aan het onderzoek. Er is gevraagd naar gegevens van kruispunten met vier takken op de

rijks- en provinciale enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom van de categorieën 'autoweg' en 'weg met volledige gesloten verklaring' (aangegeven met borden 57b, resp. 17b+23). Kruisingen van bovengenoemde wegen met autosnelwegen zijn buiten beschouwing gebleven.

De verzamelde informatie is betrekkelijk eenvoudig gehouden. Als maat voor de verkeersveiligheid geldt het geregistreerde aantal ongevallen en slachtoffers. Bij de inventarisatie van deze maat is onderscheid gemaakt naar:

- het totale aantal geregistreerde ongevallen (TO);
- het aantal letselongevallen (LO);
- het totale aantal slachtoffers (SL);
- het aantal doden (DO).

Verder is geïnventariseerd:

- het kruispunttype: gelijkvloers (G) en ongelijkvloers (O);
- de aanwezigheid van verkeerslichten (V);
- de gemiddelde dagintensiteiten van motorvoertuigen op de zijweg (IZ) en op de hoofdweg (IH).

De informatie is gevraagd over de periode 1983 tot en met 1989.

Ongelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten komen in deze inventarisatie niet voor. Kennelijk hebben deze ongelijkvloerse kruispunten bij de aansluitingen geen verkeerslichten.

3.2. Hypothesen

De vragen uit de doelstellingen van het onderzoek zijn 'beantwoord' in de volgende hypothesen:

1. Gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten zijn onveiliger naarmate de verhouding van de dagintensiteiten van motorvoertuigen op de zijweg en de hoofdweg toeneemt.
2. Ongelijkvloerse kruispunten zijn veiliger dan gelijkvloerse kruispunten.
3. Gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten zijn veiliger dan gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten.
4. Gelijkvloerse kruispunten zijn onveiliger wanneer ze tussen ongelijkvloerse kruispunten liggen.

Bij al deze vergelijkingen wordt de voorwaarde gesteld dat de kruispuntintensiteit - het gemiddelde aantal motorvoertuigen dat per dag passeert - in dezelfde orde van grootte ligt. De drie laatste vergelijkingen hebben bovendien de voorwaarde dat de intensiteitsverhoudingen van de kruispunten in vergelijkbare klassen liggen.

Het onderscheid naar de sequentie van het kruispunttype - kruispunt gelegen tussen twee kruispunten al of niet van hetzelfde type - was in deze inventarisatie niet goed te maken. De kruispunten met drie takken zouden dan ook niet buiten beschouwing kunnen blijven. Hypothese 4 vervalt derhalve.

Bij de toetsing van de hypothesen 1 t/m 3 is eerst met het totale aantal geregistreerde ongevallen gewerkt en in tweede instantie met het aantal letselongevallen.

3.3. Intensiteitsverhouding

Uit het eerdere onderzoek is gebleken dat er een belangrijk verband bestaat tussen het aantal ongevallen en de verhouding van de zijweg- en hoofdwegintensiteit. De verhouding kan liggen tussen de waarde nul en één. Tot nu toe was gewerkt in drie klassen. Met de nieuwe informatie is gezocht naar een klasse-indeling die meer rekening houdt met de relatie tussen de intensiteitsverhoudingen en het aantal ongevallen. Na enkele iteraties is gekozen voor de volgende klassen voor de intensiteitsverhoudingen:

- a. $0,00 < IZ/IH < 0,10$;
- b. $0,10 < IZ/IH < 0,40$;
- c. $0,40 < IZ/IH < 0,75$;
- d. $0,75 < IZ/IH < 1,00$.

Deze indeling in vier klassen, twee extremen en twee middengroepen, is bruikbaar gebleken voor de drie kruispunttypen G, V en O.

3.4. Kruispuntintensiteit

Gegeven de intensiteitsverhouding kunnen kruispunten die tot hetzelfde type behoren sterk verschillen in de hoeveelheid verkeer die van het kruispunt gebruik maakt. Deze hoeveelheid - de kruispuntintensiteit - wordt

uitgedrukt in het aantal motorvoertuigen dat gemiddeld per dag passeert. Anders gezegd is dit de som van de zijweg- en hoofdwegintensiteit. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat het aantal ongevallen toeneemt met de kruispuntintensiteit, zeker onder de conditie van gelijk type en intensiteitverhouding. De twaalf groepen kruispunten die te vormen zijn uit de combinaties kruispunttype (3) en intensiteitsverhouding (4), kunnen weer in klassen van de kruispuntintensiteit worden onderverdeeld. Daarbij zijn steeds twee klassen onderscheiden: lage en hoge intensiteiten. Het aantal kruispunten is voor beide klassen gelijk of nagenoeg gelijk. Het splitsen van kruispunten in twee intensiteitsklassen is slechts gedaan voor groepen met meer dan 20 kruispunten.

3.5. Betrouwbaarheidsmarge

Voor elke groep of klasse van kruispunten is het aantal ongevallen bekend dat in de onderzoekperiode geregistreerd is. Van dit aantal ongevallen kan een betrouwbaarheidsmarge worden berekend. Bij de aanname dat ongevallen een kansverschijnsel zijn met een Poissonverdeling, geldt voor het gesommeerde aantal ongevallen een marge met de waarde van tweemaal de wortel uit het aantal ongevallen. Anders gezegd: het aantal ongevallen van de groep of klasse van kruispunten binnen deze marge mag variëren zonder dat er sprake is van een verandering in de verkeersveiligheid van de kruispunten.

Bij de intensiteitswaarden ligt het iets anders. Hier kan een spreiding aangegeven worden tussen de laagste en de hoogste intensiteitswaarde of een spreiding die de waarde van de standaardafwijking heeft ingeval de intensiteiten als normaal verdeeld over de groep beschouwd worden.

3.6. Grafieken

In een grafische presentatie wordt het gemiddelde aantal motorvoertuigen dat per dag een kruispunt passeert op de x-as weergegeven en wordt het criterium, het aantal ongevallen per kruispunt gemiddeld per jaar, voorgesteld op de y-as. Bij de afbeelding van een groep kruispunten worden de gesommeerde aantallen ongevallen en motorvoertuigen van de kruispunten gemiddeld. Dit gebeurt ook voor de betrouwbaarheidsmarges van de aantallen ongevallen.

De kruispuntintensiteiten van groepen en klassen worden ook gemiddeld.

Aangenomen wordt dat het gemiddelde aantal ongevallen tussen de twee klassen van dezelfde groep kruispunten rechtlijnig verloopt. Voor de gebieden links en rechts van de groep is het niet verantwoord het rechtlijnig verloop door te trekken tot de laagste respectievelijk de hoogste intensiteitswaarde. Ook bij groepen zonder klasse-indeling zijn rechtlijnige verbanden, bijvoorbeeld vanuit de oorsprong, niet zomaar door te trekken. Als pragmatische oplossing is hier gekozen voor een spreiding van de kruispuntintensiteiten met de grootte van tweemaal de standaardafwijking als ware de intensiteiten in de groep normaal verdeeld. De rechtlijnige verbanden tussen de klassen worden tot die spreidingswaarden doorgetrokken. Bij het ontbreken van klassen wordt er met een lijn gewerkt die getrokken kan worden vanuit de oorsprong naar de gemiddelde waarden voor de ongevallenmarges van de groep kruispunten.

3.7. Toetsen

De hypothesen worden getoetst aan de hand van de grafische presentaties van de groepen en klassen kruispunten. Daar waar de betrouwbaarheidsmarges elkaar overlappen is er geen verschil in het gemiddelde aantal ongevallen bij dezelfde kruispuntintensiteiten (en dezelfde of bijna dezelfde intensiteitsverhoudingen).

4. UITVOERING

In het totaal zijn er 574 kruispunten geïnventariseerd. Tabel 1 geeft een overzicht van de aantallen kruispunten per type en per groep (intensiteitsverhouding zijweg/hoofdweg) voor de provincies.

In Tabel 2 is de vereiste informatie gegeven voor alle kruispunttypen, groepen en intensiteitsklassen.

4.1. Vergelijking van kruispunten

De kruispunten worden vergeleken op het totale aantal ongevallen en op het aantal letselongevallen. Steeds wordt er onderscheid gemaakt naar:

- type: gelijkvloers (G), ongelijkvloers (O) en verkeerslichten(V);
- verhoudingen van intensiteiten van zijweg en hoofdweg: a, b, c en d;
- kruispuntintensiteiten: som van intensiteiten van zijweg en hoofdweg.

In afbeeldingen is het totale aantal ongevallen per kruispunt per jaar (TO/KR/JR) is uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ+IH). Hetzelfde is gedaan met het aantal letselongevallen per kruispunt per jaar (LO/KR/JR).

Er worden uitspraken gedaan over de veiligheid van kruispunten. De uitspraken gelden binnen samenvallende kruispuntintensiteiten. De grenzen van deze intensiteitsgebieden zijn uit de grafieken af te lezen. Een bepaalde groep kruispunten is veiliger dan een andere, vergelijkbare groep kruispunten wanneer binnen dezelfde intensiteiten de betrouwbaarheidsmarges van de beide kruispuntgroepen elkaar niet overlappen. Relatief kleine gebieden met betrouwbaarheidsmarges die wel, resp. niet overlappen worden buiten beschouwing gelaten.

4.2. Vergelijking van intensiteitsverhoudingen

Voor elk kruispunttype (G, O en V) is gekeken naar de invloed van de verhoudingen (a, b, c en d) van de intensiteiten van zijweg en hoofdweg.

De grafische presentaties worden geboden in Afbeeldingen 1 t/m 3 voor het totale aantal ongevallen en in de Afbeeldingen 4 t/m 6 met het aantal letselongevallen.

Resultaten

Hierna worden uitspraken gedaan over de veiligheid van kruispunten die dezelfde intensiteitsverhouding hebben.

1. Voor gelijkvloerse kruispunten geldt:

- a is veiliger dan b, c en d;
- b is veiliger dan c en d;
- c en d verschillen niet in veiligheid.

De verschillen in veiligheid zijn hier zowel bij alle ongevallen (Afbeelding 1) als bij de letselongevallen (Afbeelding 4) geconstateerd.

2. Voor ongelijkvloerse kruispunten geldt:

- b en d zijn veiliger dan a;
- a en c verschillen niet;
- b verschilt niet van c en d;
- d is veiliger dan c.

Bovenstaande geldt voor de vergelijking met alle ongevallen (Afbeelding 2).

Andere resultaten zijn gevonden bij de letselongevallen (Afbeelding 5):

- a en d zijn veiliger dan c;
- a, b en d verschillen niet.

3. Voor kruispunten met verkeerslichten geldt:

- a, b, c en d verschillen niet.

Dit geldt voor alle ongevallen (Afbeelding 3) en voor letselongevallen (Afbeelding 6), zij het dat bij hoge intensiteiten (boven 20.000) het aantal letselongevallen wel verschilt. Intensiteitsverhouding b is dan veiliger dan c.

4.3. Vergelijking van kruispuntypen

De aantallen ongevallen op drie kruispuntypen (G, O en V) zijn vergeleken binnen de intensiteitsverhoudingen (a, b, c en d).

De grafische presentaties van de kruispunten zijn opgenomen als Afbeeldingen 7 t/m 10 met het totale aantal ongevallen per kruispunt per jaar (TO/KR/JR) en de Afbeeldingen 11 t/m 14 met het aantal letselongevallen per kruispunt per jaar (LO/KR/JR).

Resultaten

1. Voor de kruispunten met intensiteitsverhouding a geldt:

- G is veiliger dan O en V;
- O en V verschillen niet in veiligheid.

Dit resultaat volgt uit de vergelijking van alle ongevallen (Afbeelding 7). Bij de letselongevallen (Afbeelding 11) is er geen verschil geconstateerd tussen de drie kruispuntypen.

2. Voor de kruispunten met intensiteitsverhouding b geldt:

- G en O zijn veiliger dan V;
- G en O verschillen niet in veiligheid.

Dit resultaat volgt uit de vergelijking van alle ongevallen (Afbeelding 8). Bij de letselongevallen (Afbeelding 12) is er binnen bepaald intensiteitsbereik wel verschil geconstateerd tussen de kruispuntypen G en O (veiliger) en geen verschil tussen G en O enerzijds en V anderzijds.

3. Voor de kruispunten met intensiteitsverhouding c geldt:

- O is veiliger dan G en V;
- G en V verschillen niet in veiligheid.

Dit resultaat volgt uit de vergelijking van alle ongevallen (Afbeelding 9). Bij de letselongevallen (Afbeelding 13) is er binnen bepaald intensiteitsbereik geen verschil geconstateerd tussen de kruispuntypen.

4. Voor de kruispunten met intensiteitsverhouding d geldt:

- O is veiliger dan G en V;
- G en V hebben geen samenvallende intensiteiten.

Dit resultaat volgt uit de vergelijking van alle ongevallen (Afbeelding 10) en van letselongevallen (Afbeelding 14).

5. CONCLUSIES

5.1. Algemeen

De drieledige vraagstelling van het onderzoek naar de veiligheid van kruispunten op enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom luidt:

- zijn ongelijkvloerse kruispunten veiliger dan gelijkvloerse?
- zijn gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten veiliger dan zonder?
- is een gelijkvloers kruispunt onveiliger als het gelegen is tussen twee ongelijkvloerse kruispunten?

De laatste vraag is niet beantwoord kunnen worden vanwege tekortkomingen bij de inventarisatie van gegevens.

Bij het formuleren van de conclusies over de veiligheid van bepaalde groepen kruispunten is meer gewicht toegekend aan de resultaten van de analyses van letselongevallen dan aan die van alle geregistreerde ongevallen. De condities - in termen van grootte en verhouding van kruispuntintensiteiten - waaronder de conclusies gelden zijn uitgebreid in vergelijking met de vraagstelling en de daaruit afgeleide hypothesen.

5.2. Gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten

Gelijkvloerse kruisingen zijn onveiliger naarmate de verhouding van de motorvoertuigintensiteit van de zijweg en de hoofdweg (IZ/IH) toeneemt. Hiermee is hypothese a "gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten zijn onveiliger naarmate de verhouding van de dagintensiteiten van motorvoertuigen op de zijweg en de hoofdweg toeneemt" bevestigd. Deze uitspraak geldt niet voor ongelijkvloerse kruispunten en ook niet voor kruispunten met verkeerslichten.

5.3. Gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten

Op ongelijkvloerse kruispunten zijn minder ongevallen geregistreerd dan op gelijkvloerse kruispunten bij intensiteitsverhoudingen (IZ/IH) groter dan 4/10. Bij lagere verhoudingen is er geen verschil of zijn er juist meer ongevallen (IZ/IH < 1/10).

Voor de letselongevallen is het beeld complexer. Ongelijkvloerse kruispunten hebben minder letselongevallen bij de hoogste intensiteitsverhouding

($IZ/IH > 3/4$) en bij de lagere verhoudingen ($1/10 < IZ/IH < 3/4$) binnen bepaalde intensiteiten. Het is niet geconstateerd dat er meer letselongevallen op ongelijkvloerse kruispunten zijn dan op gelijkvloerse kruispunten.

Hypothese b "ongelijkvloerse kruispunten zijn veiliger dan gelijkvloerse kruispunten" is dus waar bij intensiteitsverhoudingen boven $1/10$ en kruispuntintensiteiten die liggen tussen 5.000 en 11.000 motorvoertuigen per dag. Slechts bij deze intensiteitsklasse is de vergelijking tussen gelijk- en ongelijkvloerse kruispunten goed te maken.

5.4. Gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten

Kruispunten met verkeerslichten hebben meer ongevallen dan gelijkvloerse kruispunten met dezelfde intensiteiten en een verhouding kleiner dan $4/10$. Bij de grotere intensiteitsverhoudingen is er geen verschil of zijn de intensiteiten niet gelijk zodat er geen vergelijking mogelijk is ($IZ/IH > 3/4$). Voor de letselongevallen geldt in vrijwel alle gevallen dat er geen verschil is of dat er geen vergelijking mogelijk is.

Hypothese c "gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten zijn veiliger dan gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten" zal dus in het algemeen verworpen moeten worden. Overigens betekent dit weer niet dat gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten onveiliger zijn.

5.5. Ongelijkvloerse kruispunten en kruispunten met verkeerslichten

Kruispunten met verkeerslichten hebben meer ongevallen dan ongelijkvloerse kruispunten met dezelfde intensiteiten en een verhouding groter dan $1/10$. Bij de laagste intensiteitsverhoudingen is er geen verschil. Duidelijk meer letselongevallen zijn er alleen bij de hoogste intensiteitsverhouding ($> 3/4$). Verder is er geen verschil of kan geen vergelijking gemaakt worden.

Dit leidt tot de conclusie dat ongelijkvloerse kruispunten veiliger zijn dan gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten.

LITERATUUR

- BGC (1986). Enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; Verkeersveiligheidsstudie gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten; eerste fase. RWC/585/29/Ut. Bureau Goudappel Coffeng b.v., Deventer, 1986.
- BGC (1987). Enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; verkeersveiligheidsstudie gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten; tweede fase. RWC/610/32/Ey. Bureau Goudappel Coffeng b.v., Deventer, 1987.
- BGC (1988). Aanvullende studie op het onderzoek Enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; verkeersveiligheidsstudie gelijkvloerse en ongelijkvloerse kruispunten. SWO/088/06/Ey. Bureau Goudappel Coffeng b.v., Deventer, 1988.
- BGC (1990). Ongelijkvloerse kruispunten in enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom; toepassing en uitvoering. CRW/064/04/Dm. Bureau Goudappel Coffeng b.v., Deventer, 1990.
- Janssen, S.T.M.C. (1990). De veiligheid van kruispunten op enkelbaanswegen; Bijdrage aan de Werkgroep "Ongelijkvloerse kruispunten op enkelbaanswegen" van de Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek (C.R.O.W). R-90-58. SWOV, Leidschendam, 1990.



AFBEELDINGEN 1 T/M 14

Afbeelding 1. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type G (gelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 2. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type O (ongelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 3. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type V (verkeerslichten) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 4. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type G (gelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 5. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type O (ongelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 6. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type V (verkeerslichten) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 7. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding a ($0 < IZ/IH < 1/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 8. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding b ($1/10 < IZ/IH < 4/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

Afbeelding 9. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding c ($4/10 < IZ/IH < 3/4$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).

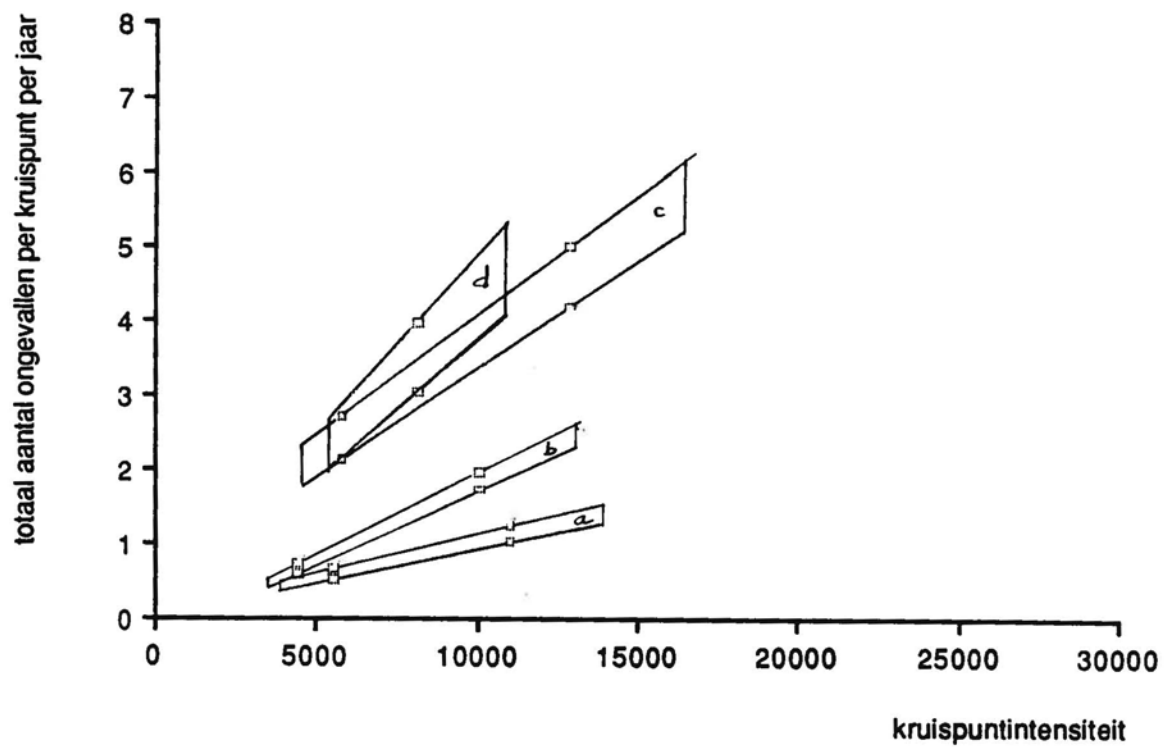
Afbeelding 10. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding d ($3/4 < IZ/IH < 1$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).

Afbeelding 11. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding a ($0 < IZ/IH < 1/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).

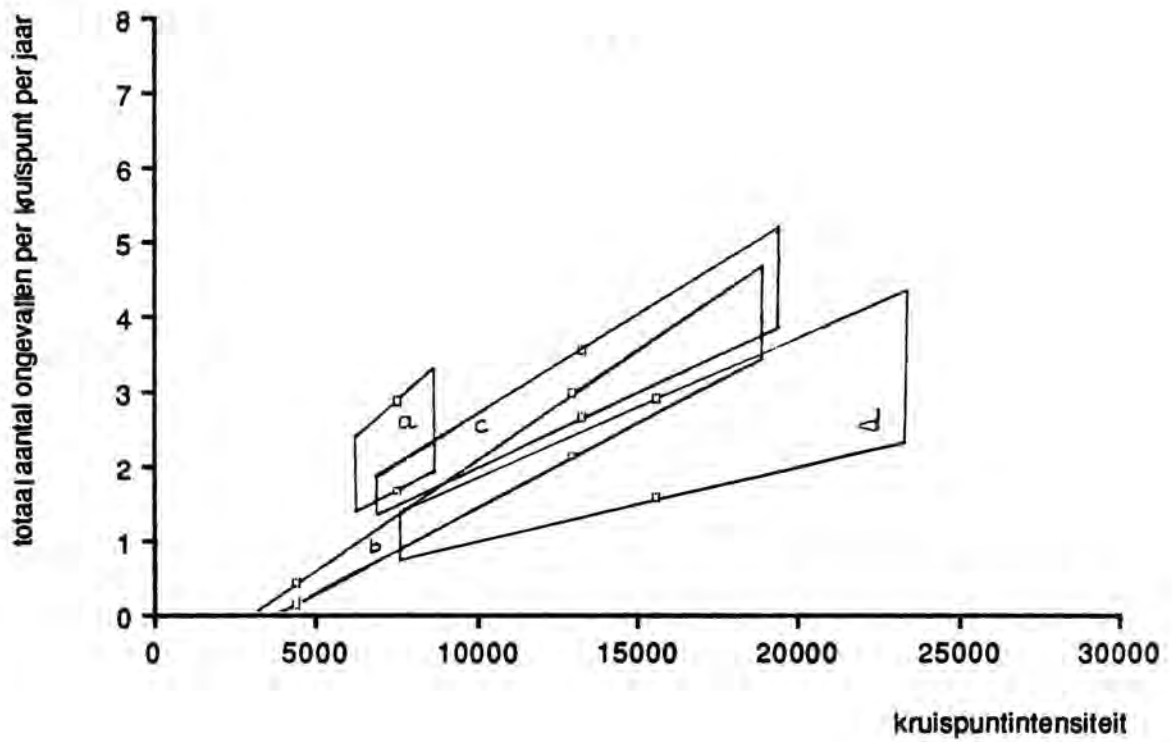
Afbeelding 12. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding b ($1/10 < IZ/IH < 4/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).

Afbeelding 13. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding c ($4/10 < IZ/IH < 3/4$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).

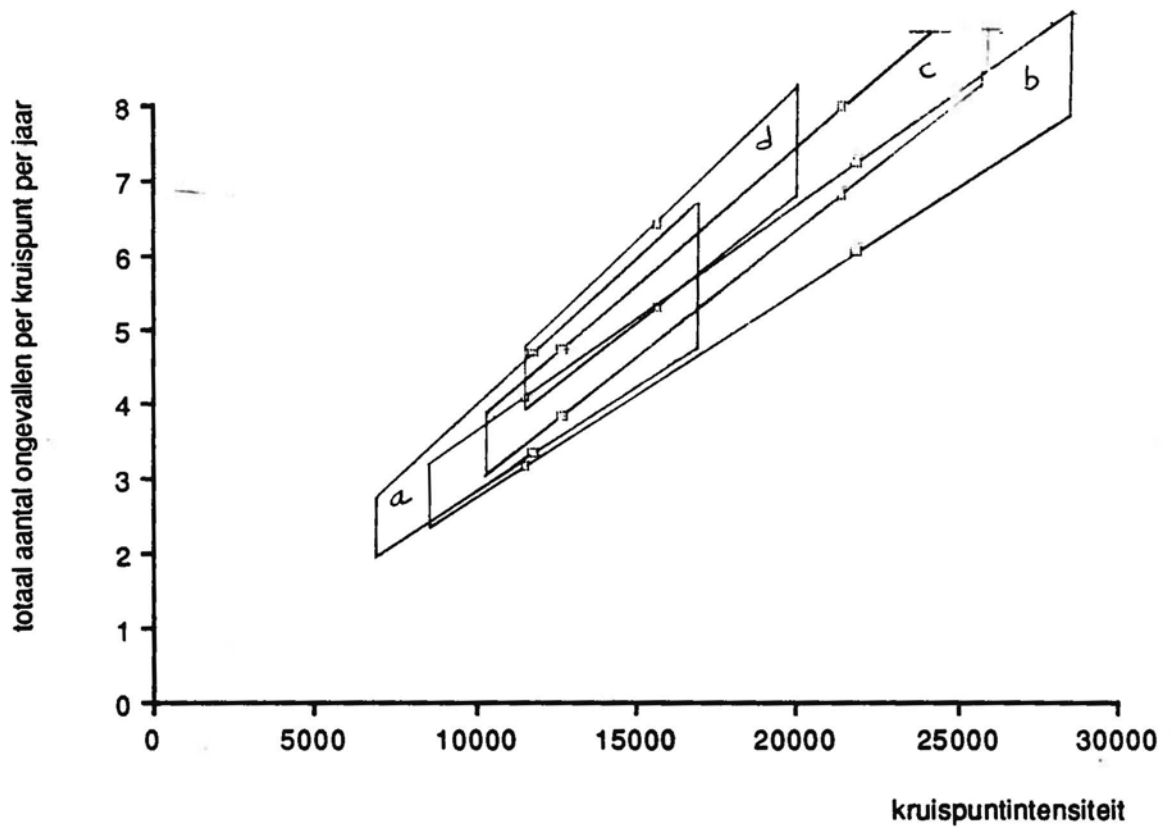
Afbeelding 14. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding d ($3/4 < IZ/IH < 1$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



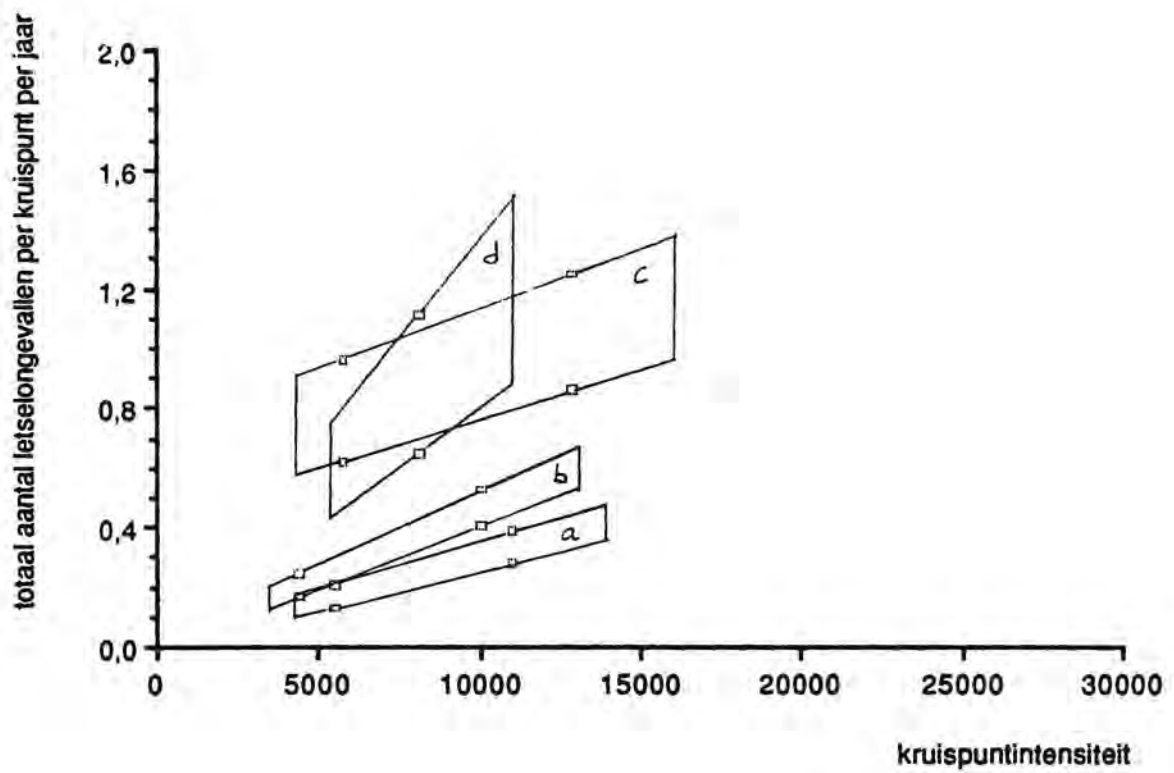
Afbeelding 1. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type G (gelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).



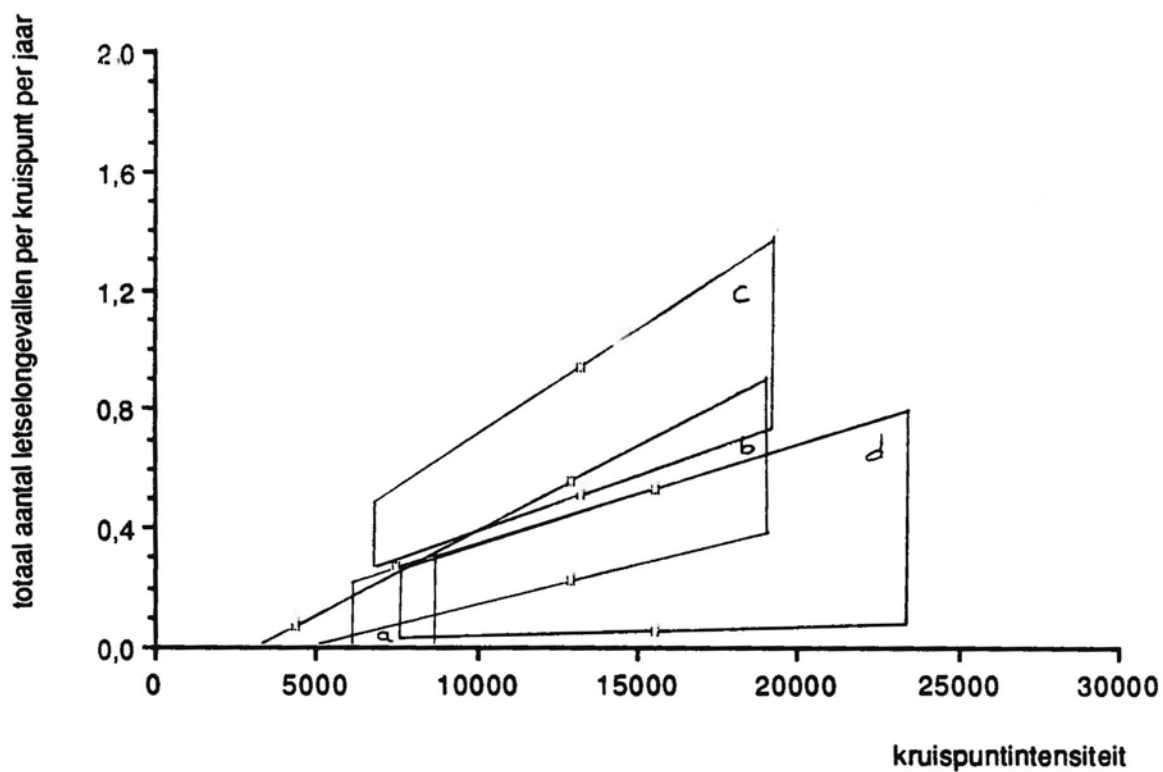
Afbeelding 2. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type 0 (ongelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit t (IZ + IH).



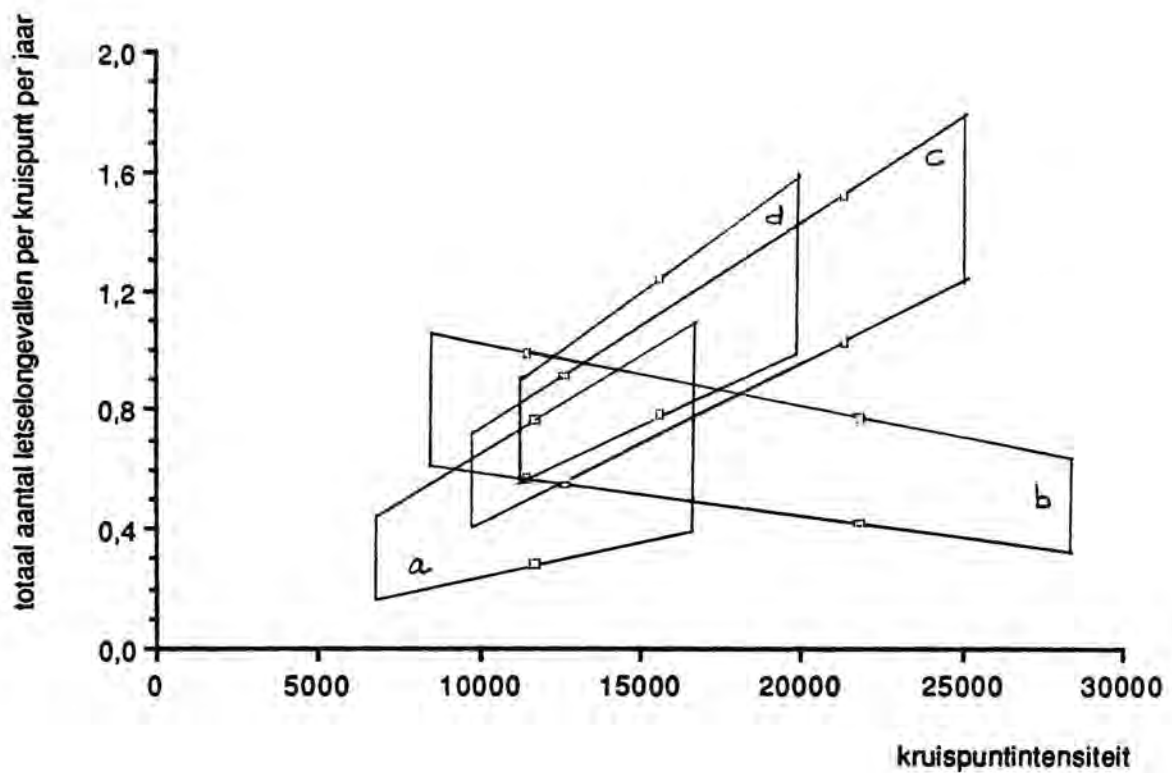
Afbeelding 3. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type V (verkeerslichten) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).



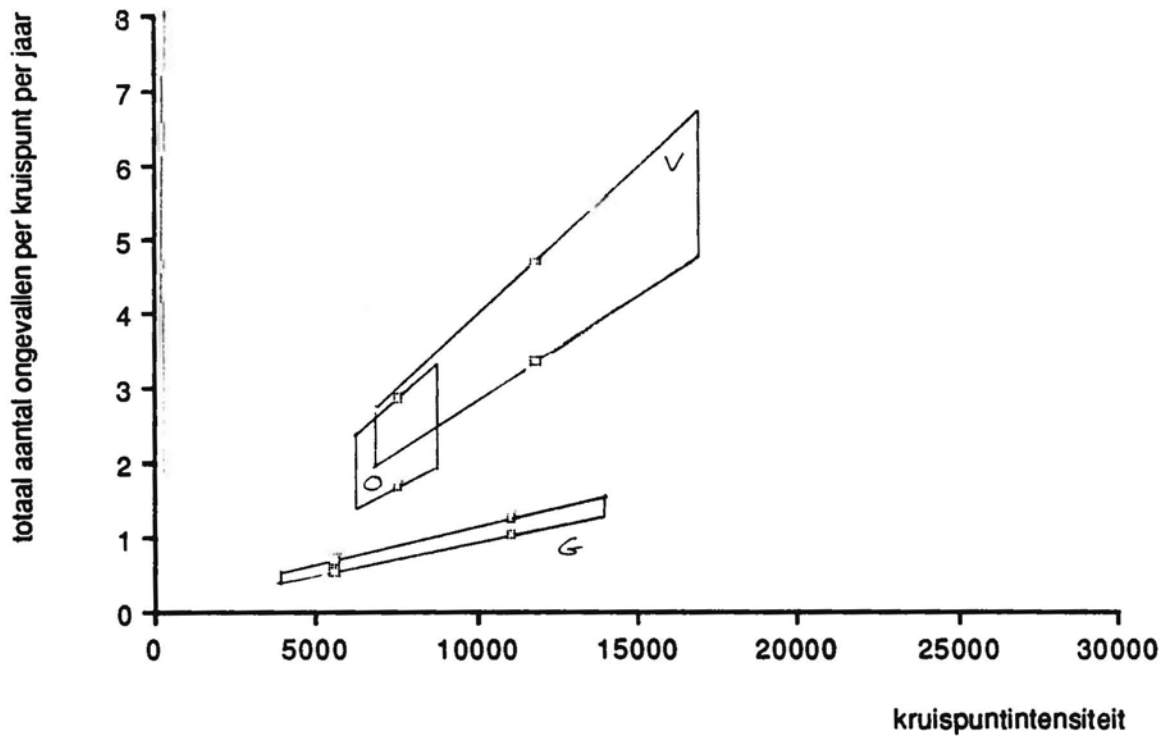
Afbeelding 4. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type G (gelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).



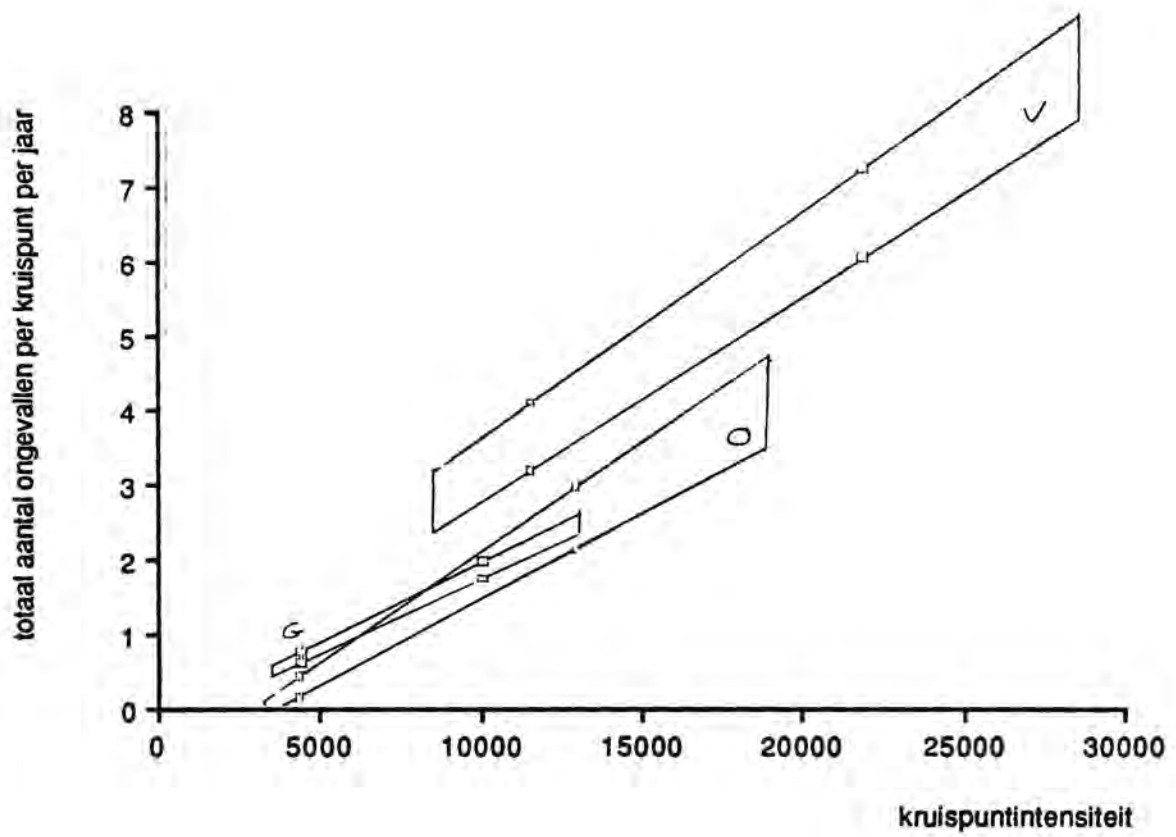
Afbeelding 5. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type 0 (ongelijkvloers) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).



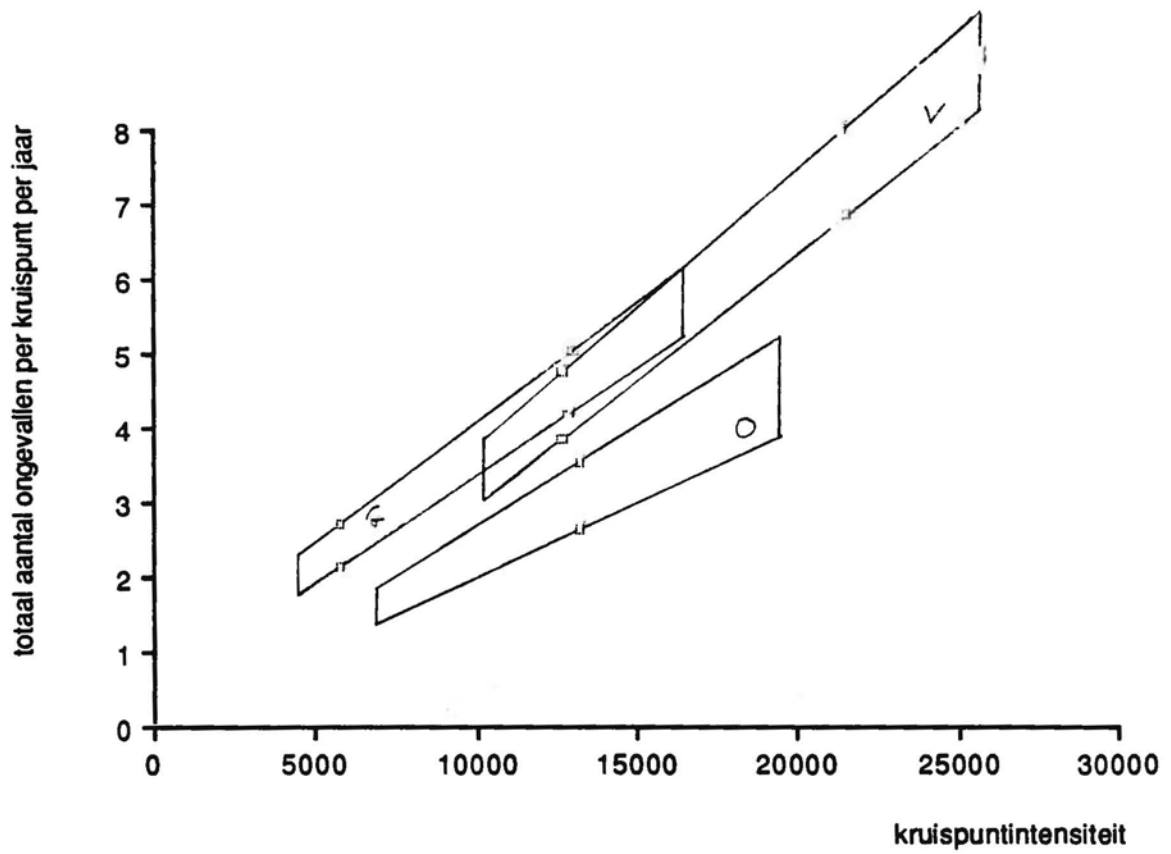
Afbeelding 6. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten type V (verkeerslichten) bij verschillende intensiteitsverhoudingen IZ/IH uitgezet tegen de kruispuntintensiteit (IZ + IH).



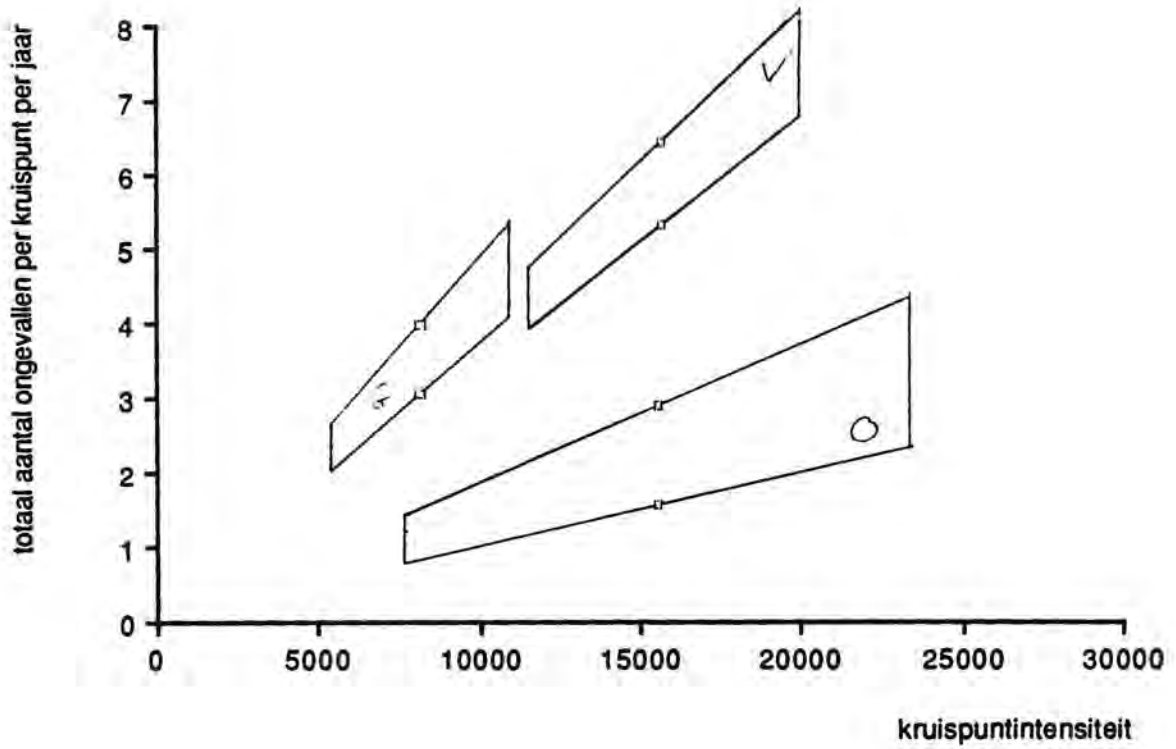
Afbeelding 7. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding a ($0 < IZ/IH < 1/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



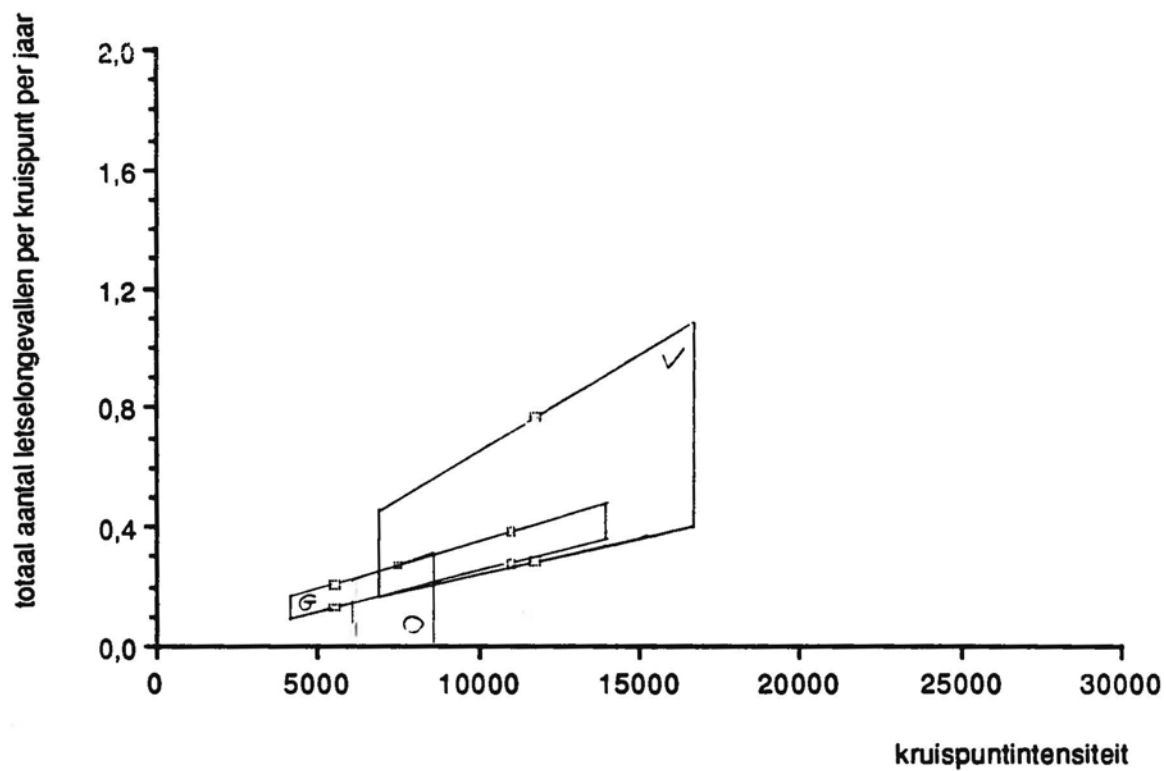
Afbeelding 8. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding b ($1/10 < IZ/IH < 4/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



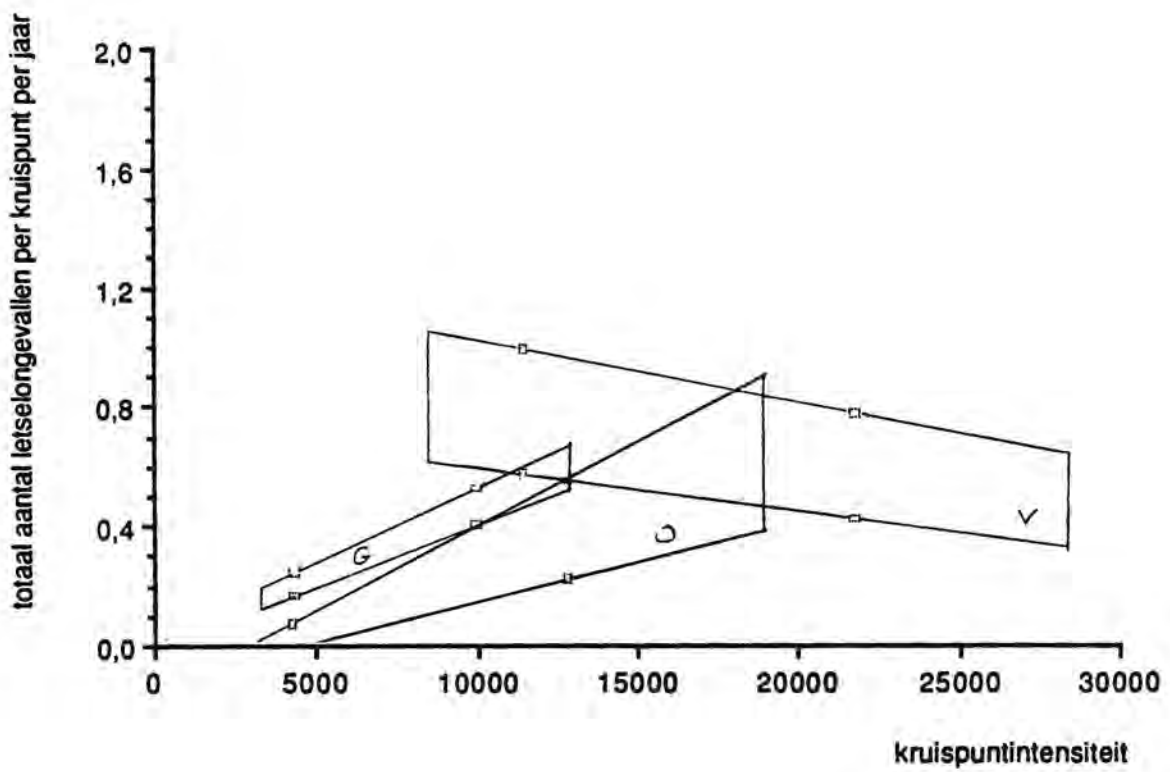
Afbeelding 9. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding c ($4/10 < IZ/IH < 3/4$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



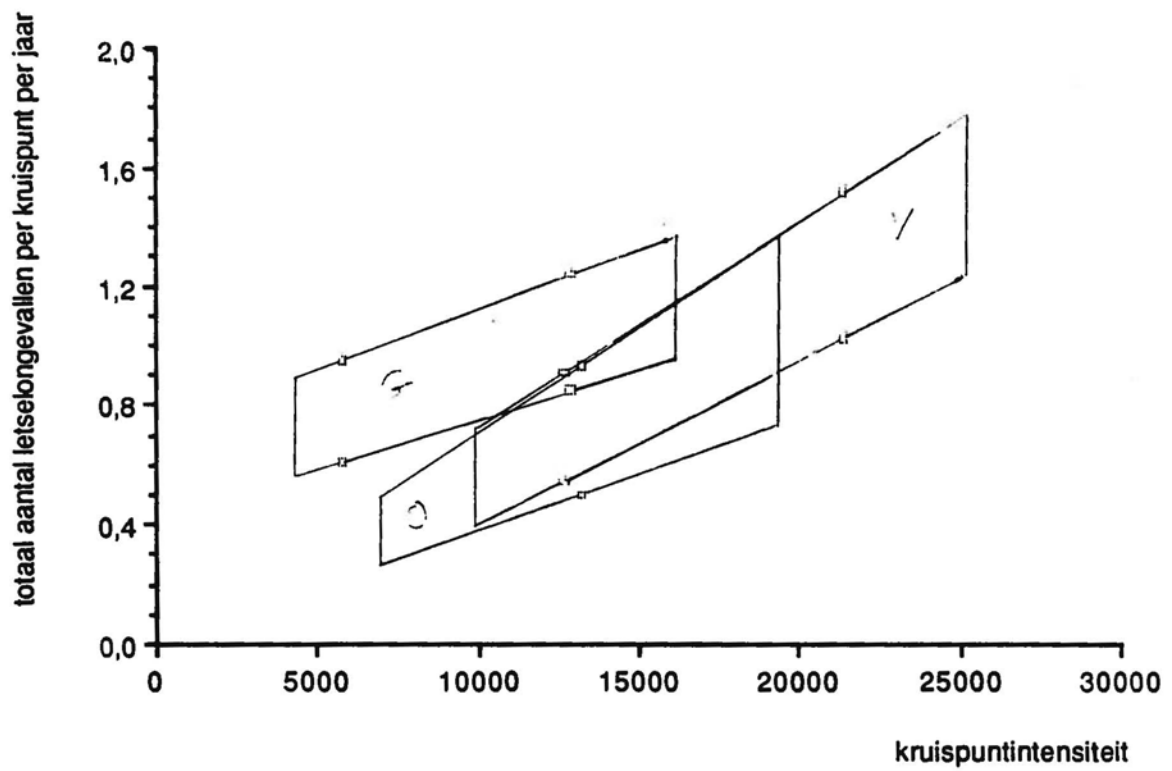
Afbeelding 10. Totaal aantal ongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding d ($3/4 < IZ/IH < 1$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



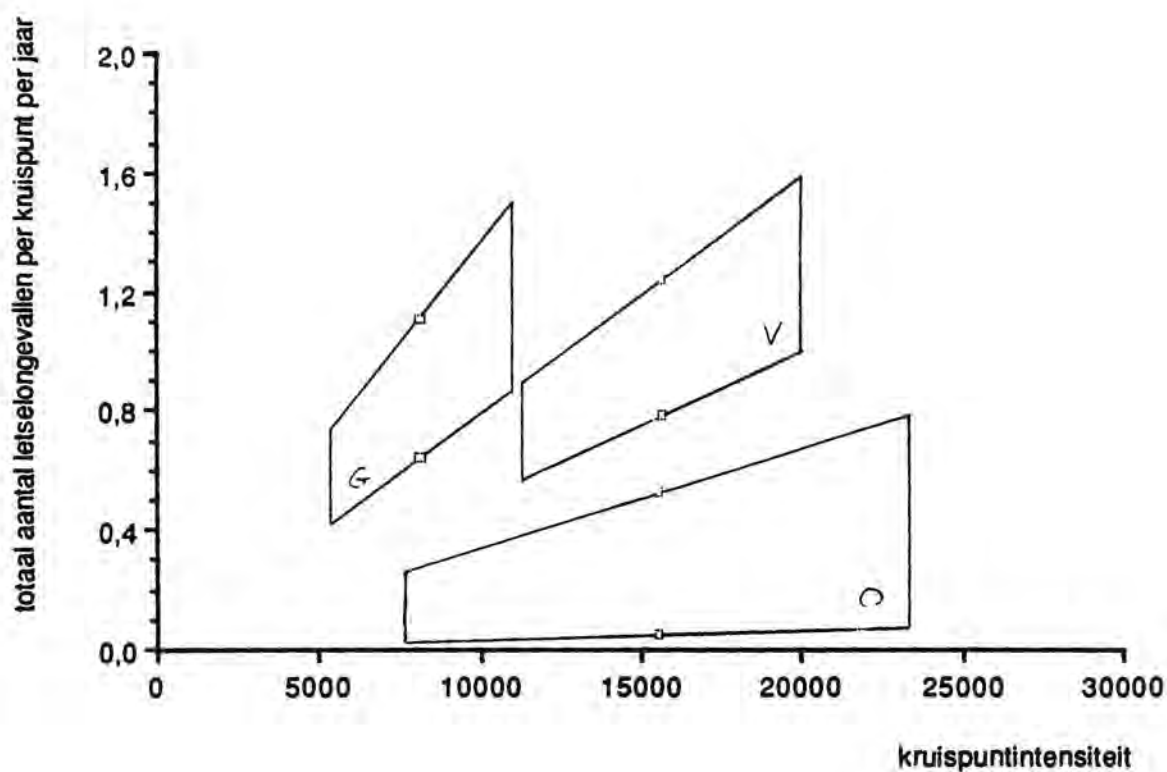
Afbeelding 11. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding a ($0 < IZ/IH < 1/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



Afbeelding 12. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding b ($1/10 < IZ/IH < 4/10$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



Afbeelding 13. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding c ($4/10 < IZ/IH < 3/4$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).



Afbeelding 14. Aantal letselongevallen per kruispunt per jaar op kruispunten met intensiteitsverhouding d ($3/4 < IZ/IH < 1$) voor de drie kruispunttypen uitgezet tegen de kruispuntintensiteit ($IZ + IH$).

TABELLEN 1 EN 2

Tabel 1. Overzicht van de geïnventariseerde kruispunten naar provincie.

Tabel 2. Gegevens van de geïnventariseerde kruispunten.

Code	Totaal	GR	FR	DR	OV	GE	UT	NH	NZ	ZE	NB	LI	FL
Oa	5	4	1							1		2	1
Ob	22	10			8								
Oc	12	7			5								
Od	4	1										3	
O	43	22	1	0	13	0	0	0	0	1	0	5	1
Va	7		2		2		2			1			
Vb	29	1	3		10		8		5	2			
Vc	34	2	5		9		9	2	2	3		2	
Vd	15	1	4		4		1		2	3			
V	85	4	14	0	25	0	20	2	9	9	0	2	
Ga	176	22	30		61		14		13	19		13	4
Gb	213	47	48		79		10	2	10	9		3	5
Gc	44		16		10		1		4	7		4	2
Gd	13		8		3				1	1			
G	446	69	102	0	153	0	25	2	28	36	0	20	11
Totaal	574	95	117	0	191	0	45	4	37	46	0	27	12

Toelichting

O = Ongelijkvloers

a = $0,00 < IZ/IH < 0,10$

V = Verkeerslichten

b = $0,10 < IZ/IH < 0,40$

G = Gelijkvloers

c = $0,40 < IZ/IH < 0,75$

d = $0,75 < IZ/IH < 1,00$

IZ = Intensiteit Zijweg

IH = Intensiteit Hoofdweg

Tabel 1. Overzicht van de geïnventariseerde kruispunten naar provincie.

Kruispunten type	aantal	Intensiteiten mvt som en verhoud.		Ongevallen per jaar			Slachtoffers per jaar		
		(IZ+IH)	(IZ+IH)	u.m.s.	letsel (10)	totaal (to)	gewond (do)	dood (do)	totaal (sl)
Ga	176	8.204	0,06	0,607	0,244	0,851	0,305	0,025	0,331
Gb	213	7.166	0,20	0,915	0,329	1,244	0,404	0,028	0,432
Gc	44	9.257	0,55	2,592	0,918	3,509	1,345	0,110	1,455
Gd	13	8.065	0,87	2,629	0,875	3,503	1,210	0,090	1,300
Oa	5	7.390	0,07	2,120	0,125	2,245	0,200	0,025	0,225
Ob	22	8.576	0,26	1,196	0,204	1,401	0,296	0,013	0,308
Oc	12	13.168	0,52	2,366	0,719	3,085	0,817	0,021	0,838
Od	4	15.450	0,82	1,924	0,286	2,210	0,000	0,000	0,000
Va	7	11.681	0,05	3,498	0,522	4,020	0,580	0,000	0,580
Vb	29	16.793	0,27	4,523	0,684	5,208	0,768	0,020	0,788
Vc	34	16.952	0,54	4,869	1,002	5,872	1,305	0,076	1,382
Vd	15	15.535	0,89	4,872	1,014	5,886	1,326	0,055	1,382
Totaal	574	9.244	0,25	1,598	0,440	2,038	0,559	0,036	0,595

G = Gelijkvloers
O = Ongelijkvloers
V = Verkeerslichten

a = 0,00 < IZ/IH < 0,10
b = 0,10 < IZ/IH < 0,40
c = 0,40 < IZ/IH < 0,75
d = 0,75 < IZ/IH < 1,00

1: lage intensiteitsklasse
2: hoge intensiteitsklasse

Kruispunten type	aantal	Intensiteiten mvt som en verhoud.		Ongevallen per jaar			Slachtoffers per jaar		
		(IZ+IH)	(IZ+IH)	u.m.s.	letsel (10)	totaal (to)	gewond (do)	dood (do)	totaal (sl)
Ga-1	88	5.448	0,06	0,417	0,161	0,577	0,198	0,023	0,221
Ga-2	88	10.960	0,06	0,797	0,328	1,124	0,404	0,027	0,432
Gb-1	106	4.324	0,19	0,448	0,198	0,646	0,256	0,015	0,271
Gb-2	107	9.980	0,22	1,378	0,459	1,837	0,565	0,041	0,606
Gc-1	22	5.719	0,57	1,630	0,783	2,413	1,240	0,119	1,359
Gc-2	22	12.795	0,54	3,553	1,052	4,605	1,477	0,098	1,575
Gd	13	8.065	0,87	2,629	0,875	3,503	1,210	0,090	1,300
Oa	5	7.390	0,07	2,120	0,125	2,245	0,200	0,025	0,225
Ob-1	11	4.287	0,24	0,239	0,24	0,263	0,070	0,023	0,093
Ob-2	11	12.864	0,29	2,154	0,384	2,538	0,571	0,000	0,571
Oc	12	13.168	0,52	2,366	0,719	3,085	0,817	0,021	0,838
Od	4	15.450	0,82	1,924	0,286	2,210	0,000	0,000	0,000
Va	7	11.681	0,05	3,498	0,522	4,020	0,580	0,000	0,580
Vb-1	14	11.460	0,27	2,861	0,777	3,639	0,743	0,024	0,767
Vb-2	15	21.771	0,27	6,074	0,598	6,672	0,793	0,017	0,810
Vc-1	17	12.595	0,55	3,579	0,730	4,310	0,999	0,039	1,038
Vc-2	17	21.309	0,53	6,160	1,274	7,434	1,573	0,109	1,682
Vd	15	15.525	0,89	4,872	1,014	5,886	1,326	0,055	1,382

Tabel 2. Gegevens van de geïnventariseerde kruispunten.