

ONGEVALLENONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN HET FRONT VAN DE PERSONENAUTO
OP DE LETSELERNST VAN DE FIETSER BIJ AANRIJDINGEN

R-92-15

C.C. Schoon; A.E.C. Harkema & P.A.G. Staal

Leidschendam, 1992

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding
2. Doel en opzet van het onderzoek
3. Literatuurstudie en de keuze van de frontparameters
 - 3.1. Literatuurstudie
 - 3.2. Keuze van de frontparameters
4. Verzamelen van de gegevens
 - 4.1. Verzamelen van de ongevalgegevens
 - 4.2. Verzamelen van de voertuiggegevens
 - 4.2.1. Voertuigen van het ongevallenbestand
 - 4.2.2. Uitvoering metingen aan voertuigfronten
 - 4.2.3. Resultaten van de metingen
 - 4.2.4. Vergelijking van de waarden van de metingen met de waarden toegepast bij de mathematische simulaties
5. Relatie tussen vier fronttypen en de letselernst
 - 5.1. Indeling van de autofronten in vier groepen
 - 5.2. Vooranalyses
 - 5.3. Analyse van de invloed van het voertuigfront op het letsel van fietsers
6. Relaties tussen fronthoek en letselernst en tussen motorkaphoogte en letselernst
 - 6.1. Algemeen
 - 6.2. Analyse van de fronthoek
 - 6.3. Analyse van de motorkaphoogte
 - 6.4. Combinatie van fronthoek en motorkaphoogte naar letselernst
7. Letselfatronen bij frontale aanrijdingen
 - 7.1. Inleiding
 - 7.2. Uitvoering

7.3. Resultaten (frequentietabellen)

7.3.1. Resultaten van het controlebestand (C-bestand)

7.3.2. Resultaten van het analysebestand (A-bestand)

7.4. Analyseresultaten

8. Discussie

8.1. Samenvatting resultaten

8.2. Steekproefgrootte

8.3. Vergelijking ongevalstudie met de simulatiestudie

9. Conclusies

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 8

Bijlagen 1 t/m 4

VOORWOORD

Dit rapport geeft de resultaten van een ongevalsonderzoek naar de invloed van het front van personenauto op de letselernst van de fietsers bij aanrijdingen van fietsers door personenauto's. Onderzocht is het verband tussen de gevolgen van deze typen aanrijdingen en de resultaten van mathematische simulaties van dergelijke aanrijdingen.

Het onderzoek maakt deel uit van Project 8 "Veilige fiets en letselpreventie" van het "Masterplan Fiets". Specifiek betreft het hier onderdeel D van project 8: "Botsveiligheid van het huidige autofront". Eveneens voor dit onderdeel D is door de SWOV in een eerder stadium een rapport uitgebracht over de resultaten van nadere analyses van mathematische simulaties van aanrijdingen van fietsers door personenauto's (Schoon, 1991). Dit rapport geeft aan dat er een verband is tussen de motorkaphoogte en de ernst van de aanrijding in termen van hoofdsnelheden en hoofdvertragingen van de fietser. Deze analyses zijn verricht met het basismateriaal van mathematische simulaties met het MADYMO-programma (Oorschot & Janssen, 1987; Huijbers, 1988a).

De resultaten van het rapport zijn enerzijds gebaseerd op de analyse van de ernst van ongevallen in combinatie met geometrische gegevens van het voertuigfront. Anderzijds wordt de relatie gelegd met specifieke letselpatronen op basis van gegevens van de Landelijke Medische Registratie (LMR). De koppeling van de ongevalgegevens met de niet tot individuen herleidbare letselgegevens is uitgevoerd door Stichting Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg SIG (Van der Steen & De Groot, 1992).

De hoofdstukken aangaande de ernst van ongevallen in combinatie met voertuigfrontgegevens zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op de resultaten van metingen en ongevallenstudie verricht door studenten van de Hogeschool Gelderland, Technische Faculteit, afdeling Autotechniek te Apeldoorn in het kader van een afstudeeropdracht (Harkema & Staal, 1991).

Het onderzoek is door de SWOV uitgevoerd in opdracht van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat.

1. INLEIDING

Uit de cijfers van de jaren 1986 t/m 1990 blijkt dat fietsers een aanzienlijk deel uitmaken van het totale aantal verkeersslachtoffers. Wat de overleden slachtoffers betreft is dit aandeel 21,4% en slachtoffers die in een ziekenhuis zijn opgenomen 23,4% (zie Bijlage 1). Ter vergelijking: de aandelen overleden slachtoffers en slachtoffers die in een ziekenhuis zijn opgenomen bedragen voor voetgangers resp. 12,8% en 10,5%.

Uit de cijfers van Bijlage 1 blijkt dat 55,2% van de overleden fietsers-slachtoffers een personenauto's als tegenpartij had; over de jaren 1986 t/m 1990 vonden gemiddeld 170 fietsers per jaar de dood bij dit type ongeval.

Uit een verdeling van de aanrijdingen waarbij fietsers en personenauto's betrokken zijn, blijkt dat het botstype "front auto tegen flank fiets" met bijna de helft van de gevallen duidelijk oververtegenwoordigd is:

Aantal letselongevallen naar botstype (primaire botsing, 1990):

Front auto tegen zijkant fiets	3430 (47,5%)
Front auto tegen voorkant fiets	1510 (20,9%)
Front auto tegen achterkant fiets	358 (4,6%)
Fiets tegen zij- en achterkant auto	1278 (17,7%)
Overig	642 (8,9%)
Totaal	7218 (100%)

Bij een nadere verdeling van het meest voorkomende botstype "front auto tegen flank fiets" blijkt dat de meeste ongevallen in het midden van het front plaats vinden:

front auto links	491 (14,3%)
front auto midden	2285 (66,6%)
front auto rechts	654 (19,1%)
Totaal	3430 (100%)

De voorliggende studie gaat nader in op de feitelijke ernst van dit meest voorkomende botstype aan de hand van een analyse van letselongevallen.

Hierbij wordt onderscheid in de diverse frontdimensies van personenauto's gemaakt. De resultaten worden vervolgens vergeleken met de resultaten van mathematische simulaties van ditzelfde botstype.

In hetgeen volgt worden de uitvoering en resultaten van deze simulaties summier beschreven.

De door het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO uitgevoerde simulaties met het MADYMO-programma bestonden uit 35 aanrijdingen van fietsers door personenauto's (Oorschot & Janssen, 1987; Huijbers, 1988a). Het betrof hier 33 aanrijdingen van het front van de auto tegen de zijkant van de fiets, en 2 aanrijdingen tegen de achterzijde van de fiets. De volgende fietserconfiguraties zijn gesimuleerd:

- volwassen fietser in normale zitpositie
- volwassen fietser in racepositie
- kind op fiets in normale zitpositie
- kind op fiets in racepositie

De afmetingen van de gesimuleerde voertuigfronten zijn als volgt:

Gesimuleerd voertuigfront	Motorkap-hoogte (cm)	Bumper-hoogte (cm)	Bumper-uitsteek (cm)
Kadett "oud"	88	46	2
Kadett "nieuw"	47	25	2
Volvo 760 1)	83	55	12
Citoën CX 1)	65	55	2
Safe '90 2)	45	20	3

1) Bij de simulaties met het kindmodel zijn deze voertuigfronten aan de onderzijde uitgebreid met een relatief grote "spoiler". De voorzijde van de "spoiler" is gelijk met de voorzijde van de motorkaprand.

2) Safe '90: speciaal front volgens de gedachte dat het letselreducerend voor fietsers is.

De snelheid van de auto's bij de simulaties bedroeg 30 en 40 km/uur; de snelheid van de fiets was 0 en 20 km/uur.

De belangrijkste conclusies van de nadere analyse die de SWOV uitvoerde (Schoon, 1991) zijn:

- Een laag voertuigfront is voor de volwassen fietser beduidend ongunstiger dan een hoog front, vooral voor wat betreft de vertraging van het hoofd. Dit heeft zowel betrekking op voor de normale zitpositie van de fietser als op de racepositie.
- De bumperuitsteek zou wel eens de ernst van de aanrijding negatief kunnen beïnvloeden.

- De hoogte van het voertuigfront is bij een kind op een kinderfiets van minder invloed op de grootte van de hoofdvertraging.
- Bij de simulaties waarbij de fiets een snelheid had van 20 km/uur waren de resultaten gunstiger dan bij een stationaire opstelling van de fietser vanwege het naast de motorkap terechtkomen van het hoofd.

2. DOEL EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het doel van het onderzoek is het vaststellen van de invloed van de frontdimensies van personenauto's op de ernst van aanrijdingen van fietsers door personenauto's, in casu de letselernst van de aangereden fietser. Deze resultaten worden vergeleken met de resultaten van mathematische simulaties die in een eerder stadium zijn uitgevoerd.

Het onderzoek concentreert zich op het meest voorkomende botstype, namelijk een aanrijding waarbij de flank van de fiets werd getroffen door het front van de personenauto.

In de Inleiding is aangegeven dat in 1990 2285 ongevallen met letsel hebben plaatsgevonden van het botstype: het midden van het autofront tegen de flank van de fiets. Uit dit aantal ongevallen zijn op aselechte wijze ongeveer 1000 ongevallen geselecteerd.

Van deze ongevallen zijn met behulp van het databestand van de Dienst Verkeersongevallenregistratie VOR de ongevallengegevens verkregen. Voor de ernst van de ongevallen is gebruik gemaakt van de standaardcodering: overleden, ziekenhuisopname en geen ziekenhuisopname.

Bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer zijn het merk en type van de bij het ongeval betrokken personenauto opgevraagd. Vervolgens zijn van deze auto's de frontdimensies bepaald aan de hand van metingen in de praktijk dan wel met behulp van naslagwerk.

Ter verkrijging van inzicht in de botsdynamica en meetmethodes voor het vastleggen van het voertuigfront, is een literatuurstudie verricht (zie Hoofdstuk 3).

Voor het onderzoek naar de relatie tussen de ernst van het letsel van de fietsers en de vorm en vormgeving van het voertuigfront, zijn in eerste instantie de volgende twee analyses verricht:

1. Het onderling vergelijken van vier specifieke groepen voertuigfronten (zie Hoofdstuk 5);
2. Het bepalen van de relaties tussen enerzijds de fronthoek en de letselernst en anderzijds de motorkaphoogte en de letselernst (zie Hoofdstuk 6).

Vervolgens is een verband gelegd met specifieke letselpatronen. Ter verduidelijking het volgende. Bij mathematische simulaties en botsexperimen-

ten wordt de ernst van een aanrijding uitgedrukt in fysische grootheden zoals de voertuigvertraging. De metingen vinden dan plaats op diverse locaties van het lichaam zoals het hoofd, de borst en benen. Het is van belang bij een ongevallenonderzoek de werkelijke letselpatronen bij de analyses te betrekken. Daartoe is nog een derde analyse verricht:

3. Het bepalen van de relatie tussen voertuigfronten en specifieke letsels zoals hoofd- en beenletsels (zie Hoofdstuk 7).

Bekend is dat de botssnelheid in belangrijke mate bijdraagt aan de ernst van het letsel. Bij de analyses is het noodzakelijk met de invloed van deze snelheid rekening te houden. Aangezien de botssnelheid bij ongevallen niet bekend is, is als substituuat de geldende maximum snelheid ter plaatse van het ongeval genomen.

3. LITERATUURSTUDIE EN DE KEUZE VAN DE FRONTPARAMETERS

3.1. Literatuurstudie

Otte (1989) beschrijft een diepte-onderzoek naar botsingen tussen fietsers en personenauto's. Indien zich een aanrijding tussen deze twee partijen voordeed, rukte een speciaal onderzoekteam uit om ter plaatse van het ongeval informatie te verzamelen. Na 614 ongevallen en een reeks botsproeven met dummy's werd onder meer het volgende in het rapport vastgelegd:

- Ongeveer 30% van het aantal botsingen bestond uit het botstype "midden auto tegen flank fietser". Dit type botsing vormde daarmee de grootste groep.
- Het meest voorkomende letsel bij een kind is hoofdletsel.
- Bij alle botstypen is de borstkas met 26% het meest voorkomende lichaamsdeel met ernstig letsel.
- Ongeveer 30% van de volwassenen had hoofdletsel bij een botssnelheid lager dan 30 km/uur. Bij botssnelheden tussen 50 en 70 km/uur had 80% van de volwassenen hoofdletsel opgelopen.
- Bij hoger wordende botssnelheid neemt de rotatie van het lichaam van de fietser toe. Hierbij wordt de kans dat het hoofd de voorruit raakt steeds groter. Bij de observaties waarbij er sprake was van schade aan de dakrand was dit veroorzaakt door andere lichaamsdelen dan het hoofd.
- De botssnelheid waarbij schade aan het dak ontstaat, is bij volwassenen ongeveer 55 km/uur.
- Het raakpunt van het hoofd op het voertuig is herkenbaar als een intensieve deformatie van de motorkap, voorruit of voorruitstijlen. Van alle onderzochte ongevallen is het punt vastgesteld waar het hoofd het voertuig heeft geraakt. De horizontale afstand van dit punt tot de voorkant van het voertuig is gemeten. Deze maat noemt men de "throwing-up distance".
- Het schadepatroon van het voertuig: schade aan bumper en front wordt veroorzaakt door de fiets; schade aan motorkaprand wordt veroorzaakt door de heup; de schade aan wordt veroorzaakt door het bovenlichaam en het hoofd; schade aan voorruit en paravant wordt veroorzaakt door hoofd en schouder.
- Bij een snelheid lager dan 30 km/uur komen in de regel geen ernstige letsels voor. Het letsel beperkt zich tot hersenschuddingen en botbreuken. De ernstige letsels treden pas op als het hoofd van de fietser de voorruit raakt.

- Het ernstigste botstype voor kinderen is de flankaanrijding. Bij dit type werden veelvuldig ernstige borstkasverwondingen aangetroffen.

Ashton & Mackay (1981) hebben een onderzoek uitgevoerd naar het reduceren van letsel bij voetgangers bij aanrijdingen door personenauto's. Voetgangers zijn voor wat betreft botsdynamica bij deze typen aanrijdingen in redelijke mate met fietsers te vergelijken.

Uit het ongevalsonderzoek bleek dat de bumperhoogte vooral van belang is bij beenletsels, omdat bij voetgangers het eerste contact tussen benen en bumper plaatsvindt. Het tweede contact vindt plaats tussen hoger gelegen delen van het lichaam van de voetganger en de motorkaprand. Hierbij ontstaan vooral letsels aan het bekken. De letselernst die door beide voertuigdelen aan de voetganger toegebracht worden, is volgens dit rapport van twee zaken afhankelijk: de snelheid (als de snelheid van het voertuig groter is, is ook de letselernst groter), en de combinatie van bumperhoogte, bumperuitsteek en motorkaphoogte.

In dit rapport wordt geconcludeerd dat er een optimale fronthoek bestaat bij een botsing met een voetganger: een fronthoek die zorg draagt voor een goede verdeling van de contactkrachten van het lichaam tussen motorkaprand en bumper. In het geval van een voetganger was de letselernst geringer bij fronthoeken groter dan 80° . Er werd een verdubbeling van de letselernst bij fronthoeken kleiner dan 70° geconstateerd.

Ten behoeve van botsproeven zijn de volgende parameters van het autofront opgemeten: bumperhoogte, motorkaphoogte, fronthoek, bumperuitsteek en "wrap-around distance" (dit laatste wordt verderop uiteengezet).

Huijbers (1988b) onderscheidt op basis van de literatuur in het botsproces van een aanrijding van een (brom)fietsers door een personenauto twee fasen: de primaire en secundaire. In de primaire fase vinden contacten plaats tussen de fietser en de personenauto. De secundaire fase betreft het contact met de grond en eventuele obstakels. De primaire fase kan in vier contactenplaatsen worden onderscheiden: 1. contact met de bumper; 2. contact met de motorkaprand; 3. contact met de motorkap; 4. contact met de voorruit.

De diverse parameters die hierbij een rol spelen zijn weergegeven in Afbeelding 1:

- M_h : hoogte van de motorkap
- B_h : hoogte van de bumper

- B_b : breedte van de bumper
- θ : hoek die het front met een horizontaal maakt
- ρ : afrondingsstraal van de motorkap
- M_1 : lengte motorkap
- R_b : lengte van de voorruit
- γ : hoek die de voorruit met een horizontaal maakt

In een studie op het gebied van verkeersongevallen met voetgangers en motorrijders die als botspartner de personenauto hebben (Backaitis, 1990), is de problematiek rond het vastleggen van de afmetingen van het autofront beschreven.

De volgende begrippen komen hierbij aan de orde.

- Relatieve bumperhoogte. Dit is de absolute bumperhoogte gedeeld door de lengte van de voetganger. De reden voor het gebruik van deze grootte schuilt in het feit dat door deze twee variabelen afhankelijk van elkaar te maken de invloed van de ene variabele op de andere geëlimineerd wordt.
- Relatieve motorkaphoogte. De introductie van deze grootte heeft te maken met dezelfde reden als hierboven beschreven.
- Fronthoek. Deze geeft de relatie weer tussen de motorkaphoogte plus de bumperhoogte en de bumperuitsteek.

Goudswaard & Jansen (1990) beschreven de ontwikkeling van een methode voor de dimensionering van een voertuigfront. Daarbij worden de nu volgende afmetingen van het voertuigfront gedefinieerd. Ook wordt een methode aangereikt om deze afmetingen te bepalen. De tussen haakjes geplaatste symbolen zijn terug te vinden in Afbeelding 2.

- Bumper: Deze is geformuleerd als de delen, aan de voorkant van het voertuig aangebracht, die er voor bedoeld zijn bescherming te bieden aan een voertuig als dit betrokken raakt bij een botsing bij lage snelheid, hetzij met een ander voertuig dan wel met enig object.
- Bumperhoogte (BCH): Dit is de afstand tussen de grond en het eerste raakpunt van de bumper met behulp van een denkbeeldige verticale lat.
- Motorkaprand: Het uiterlijk van het front inclusief de motorkap, de spatborden, en het boven- en zijdeel van de koplampotrek.
- Motorkaprandlijn: Dit is het geometrisch traject van de contactpunten tussen een rechte lat en de motorkaprand, als de lat onder een hoek van 45° tegen de motorkap wordt gehouden.
- Motorkaprandhoogte (LEH): De verticale afstand tussen de grond en de rand van de motorkaplijn.

- Bumperuitsteek (BL): De horizontale afstand tussen de rand van de motor- kaprandlijn en het raakpunt met een verticale lat van de bumper.
- Frontlengte (FL): De horizontale afstand tussen het raakpunt van de bumper met een verticale lat en de onderste rand van de voorruit.
- "Wrap-around distance": De lengte van het traject als een meetlint met het ene uiteinde op de grond wordt gehouden en het andere einde tegen de onderste rand van de voorruit, waarbij het meetlint over de bumper, grill, en motorkap gelegd is.

Verder worden in het rapport de begrippen "bumper reference line" en "bonnet leading edge reference line" omschreven (zie ook Afbeeldingen 3 en 4). Door een lat, welke een hoek van 45° met een horizontaal maakt, te verschuiven langs de motorkap ontstaat een traject van raakpunten. De lijn die hierdoor getrokken kan worden noemt men de "bonnet leading edge reference line". Eenzelfde lijn ontstaat op de bumper wanneer bovenstaande herhaald wordt, maar dan met de lat tegen de bumper en onder een hoek van 90° gehouden. Dit wordt de "bumper reference line" genoemd.

3.2. Keuze van de frontparameters

In de primaire fase van de aanrijding van een fietser door een auto vindt in eerste instantie contact met de bumper plaats. De fietser gaat roteren om zijn zwaartepunt. De grootte van de interactiekracht is onder meer afhankelijk van de bumperhoogte. Na enige tijd, dit is onder meer afhankelijk van de fronthoek, komt de fietser in contact met de motorkaprand. De kracht die hierbij optreedt heeft een extra rotatieversnelling tot gevolg. De grootte van deze kracht is onder andere afhankelijk van de motorkap- hoogte.

De dimensies van genoemde autodelen en de uitsteek van de bumper ten op- zichte van de motorkaprand zullen in hoge mate de verdere afloop van de botsing in deze fase bepalen en daarmee van invloed zijn op de letselernst van de fietser.

Voor onze studie zijn we in hoofdzaak in de vorm en afmetingen van dit voertuigfront geïnteresseerd. Op basis van de beschreven literatuur komen hiervoor in principe de bumperhoogte, de motorkaphoogte, de fronthoek en de bumperuitsteek in aanmerking. Gezien het sterke verband tussen de front- hoek en bumperuitsteek, is besloten de laatstgenoemde te laten vervallen. Dit betekent dat bij de metingen aan de voertuigfronten volstaan kan wor-

den met het vaststellen van de bumperhoogte, de motorkaphoogte en de fronthoek.

Deze maten sluiten goed aan bij de mathematische studie die is verricht, waar met name de motorkaphoogte van grote invloed bleek te zijn op de grootte van de vertragingen die de fietser onderging.

4. VERZAMELEN VAN DE GEGEVENS

Voor de uitvoering van de analyses dienen twee categorieën gegevens te worden verzameld: die van ongevallen en die van voertuigen.

4.1. Verzamen van de ongevallengegevens

Zoals aangegeven zijn er uit het VOR-bestand met letselongevallen van 1990 op op a-selecte wijze ongeveer 1000 getrokken van het botstype "aanrijding midden front auto tegen flank fiets".

Voor de analyses zijn van deze ongevallen de volgende kenmerken van belang:

gegevens uit het gecodeerde bestand:

- maximum snelheid ter plaatse van het ongeval
- leeftijd fietser
- letselernst fietser

gegevens handmatig te verzamelen:

- omschrijving en situatieschets omtrent het ongeval
- letselpatroon van de fietser (onderverdeeld in hoofdgroepen van het lichaam)
- schade aan de auto

De laatste twee gegevens zijn om twee redenen minder exact. In de eerste plaats zijn ze niet in alle gevallen vermeld op het CBS-formulier. In de tweede plaats worden deze gegevens meestal niet nauwkeurig vermeld.

Van de ongeveer 1000 geselecteerde ongevallen uit het CBS-bestand is aan de hand van de situatieschets en beschrijving van het ongeval op de CBS-formulieren gecontroleerd of het botstype juist is gecodeerd. Na controle bleken 978 ongevallen geschikt voor de uit te voeren analyses.

Ten behoeve van de frequentietabellen betreffende de ongevallenkenmerken zijn de hiervoor aangegeven kenmerken verdeeld in klassen met de volgende frequenties.

De maximum toelaatbare snelheid ter plaatse van het ongeval geeft een grove indicatie omtrent de gereden snelheid. Van de geselecteerde ongevallen is de verdeling als volgt:

Max. snelheid	Frequentie
20 km/uur	1
30 km/uur	1
50 km/uur	786
Onbekend binnen beb. kom	30
70 km/uur	19
80 km/uur	137
Onbekend buiten beb. kom	2
100 km/uur	2
Totaal	978

Uit de frequentietabel valt op dat er nagenoeg geen ongevallen in de snelheids categorie 30 km/uur voorkomen. Dit kan betekenen dat er weinig ongevallen op deze locaties plaatsvinden, dan wel dat de ernst van het ongeval dermate gering is dat er geen registratie heeft plaatsgevonden. De meeste ongevallen vinden plaats op wegen binnen de bebouwde kom, waar een snelheidslimiet van 50 km/uur geldt.

Bij het maken van een indeling ligt het voor de hand van de volgende twee snelheids categorieën uit te gaan:

snelheid \leq 50 km/uur: 818 ongevallen (84%)

snelheid $>$ 50 km/uur: 160 ongevallen (16%)

Totaal: 978 ongevallen (100%)

De leeftijden van de fietser in het ongevallenbestand variëren van 4 tot 90 jaar. De zwaartepunten bevinden zich in de leeftijdscategorie tussen de 10 en 25 jaar (504 slachtoffers, 52%) en tussen de 60 en de 80 jaar (196 slachtoffers, 20%).

Om onderscheid te kunnen maken in het type fiets (volwassen fiets en kind-erfiets) is een leeftijdsgrens van 12 jaar aangehouden. Dit geeft de volgende verdeling:

leeftijd fietser t/m 12 jaar : 161 slachtoffers (17%)

leeftijd fietser boven 12 jaar: 816 slachtoffers (83%)

leeftijd onbekend: 1 slachtoffer (0%)

Totaal: 978 slachtoffers (100%)

De verdeling naar het kenmerk letselernst is als volgt:

Ernst letsel	Frequentie	Percentage
Slachtoffer overleden	45	4,6
Slachtoffer opgenomen	275	28,1
Naar ziekenhuis, niet opgenomen	354	36,2
Naar ziekenhuis, opname onbekend	51	5,2
Niet naar ziekenhuis	253	25,9
Totaal	978	100

Bij slechts 466 van de 978 slachtoffers (48%) kon de locatie van het letsel nader worden gespecificeerd. Bij de overige 512 slachtoffers is op het VOR-formulier geen vermelding van het letsel gemaakt.

Van de bekende letsels komen verwondingen aan het hoofd en onder- en bovenbeen het meeste voor.

Opmerking: De samengestelde letsels (combinatie van bijvoorbeeld been, hoofd en borstkas) zijn als afzonderlijke letsels in de tabel opgenomen.

De plaats van het letsel op het lichaam van het slachtoffer is als volgt (zie ook Afbeelding 5).

Plaats letsel	Frequentie	Percentage	
		excl. onbekend	incl. onbekend
Onderbeen	128	21	12
Bovenbeen	81	14	7
Knie	37	6	3
Heup	15	2	1
Borstkas	52	9	5
Arm	70	12	6
Hoofd	202	34	18
Overig	15	2	1
Onbekend	512		46
Totaal	1112	100	100

Indien de schade aan het voertuig op het CBS-formulier was vermeld, is dit verwerkt in een deelbestand. Dit bestand geeft het volgende beeld (zie ook Afbeelding 6).

Plaats schade	Frequentie	Percentage
Bumper	681	69,6
Grill	603	61,7
Motorkap	226	23,1
Voorruit	264	27,0
Dak	55	5,6
Overig	15	1,5
Onbekend	32	3,3

N.B. Het cumulatief percentage bedraagt beduidend meer dan 100% omdat combinaties van schadeplaatsen afzonderlijk zijn geteld.

De bumper en de grill zijn de twee meest vermelde schadeplaatsen. Hierbij moet worden opgemerkt dat als op het CBS-formulier stond vermeld "voorzijde beschadigd", dit is verwerkt als bumper- en grillschade. In ongeveer een kwart van de gevallen is op de formulieren schade aan motorkap en voorruit aangetroffen.

4.2. Verzamelen van de voertuiggegevens

4.2.1. Voertuigen van het ongevallenbestand

Door de Rijksdienst voor het Wegverkeer zijn de volgende gegevens geleverd: merk en type personenauto's en datum kenteken deel 1. Dit laatste kenmerk was belangrijk om te kunnen bepalen of het een "oud" dan wel "nieuw" voertuigmodel betrof vanwege mogelijke modelwisselingen.

In Bijlage 2 zijn alle typen personenauto's opgenomen: in totaal 216 verschillende typen, inclusief modelwisselingen.

Gezien de omvangrijkheid van het aantal typen, is besloten van 85% van de meest voorkomende personenauto's van het ongevallenbestand gedetailleerde frontgegevens te verzamelen. Dit blijken 109 verschillende merken en typen auto's te zijn. Bij een indeling van deze auto's in karakteristieke groepen op basis van de frontdimensies, wordt aangenomen dat de resterende niet gemeten voertuigen (in totaal 107 stuks) in deze groepen kunnen worden ingedeeld met behulp van "ruwe" gegevens van het voertuigfront.

4.2.2. Uitvoering metingen aan voertuigfronten

Hoofdstuk 3 besluit met de vaststelling dat van het voertuigfront de bumperhoogte, de motorkaphoogte en de fronthoek gemeten dienen te worden. Het vaststellen van deze dimensies kan op twee manieren gebeuren: op basis van afbeeldingen met maten die in specifieke autovakbladen zijn opgenomen, dan wel door zelf verrichten van metingen aan auto's.

Het vaststellen van de maten op basis van afbeeldingen bleek onbetrouwbaar. In de eerste plaats bleek de nauwkeurigheid van de tekeningen niet groot, met name aangaande de afmetingen ten opzichte van het grondniveau. Verder gaat het meten vanaf afbeeldingen op schaal al snel gepaard met meetfouten.

Besloten is de frontdimensies aan de hand van metingen in de praktijk vast te stellen.

Zoals aangegeven moesten van verschillende 109 voertuigen de frontdimensies opgemeten worden. Voor deze metingen is een meetinstrument ontwikkeld (zie Afbeelding 7) waarmee de volgende grootheden gemakkelijk vastgesteld kunnen worden: de fronthoek, de haakse bumperhoogte (H.B.) en de afstand van de motorkaprand tot de grond (A.M.); deze afstand A.M. werd gemeten langs de raaklijn van motorkaprand en bumper. De motorkaphoogte kon vervolgens worden berekend met de formule: \sinus van de fronthoek * A.M.

Nog enkele opmerkingen bij de metingen.

1. Het was mogelijk dat de auto's waaraan gemeten moest worden, beladen waren. Ook zouden hulpveren gemonteerd kunnen zijn of zou de auto verlaagd kunnen zijn. Ten einde deze afwijkingen ten opzichte van het "gemiddelde" te voorkomen, zijn auto's die zichtbaar vertekeningen in de rijhoogte vertoonden niet gemeten. N.B. Bij de diverse modellen van Citroën die zijn uitgerust met hydropneumatische vering, is voor de meting de motor gestart en is gewacht met meten totdat de auto "op rijhoogte" was.

2. Soms stak een grill of een nummerplaat zodanig uit dat de meetlat niet tegen de motorkaprand of bumper aangelegd kon worden. In deze gevallen is zo goed mogelijk de juiste hoogte van de harde delen van de motorkaprand en bumper bepaald.

De voertuigen die deel uitmaken van de 85% (om exact te zijn 84,2%) van de voertuigen van het ongevalbestand zijn vermeld in Bijlage 2. In totaal zijn van 823 personenauto's de exacte frontdimensies bekend.

4.2.3. Resultaten van de metingen

Van de 109 uitgevoerde metingen aan fronten van personenauto's ziet de frequentietabel voor wat betreft de motorkaphoogte er als volgt uit:

Motorkaphoogte (cm)	Frequentie	Percentage
61-65	9	8
66-69	25	23
70-73	45	41
74-77	24	22
≥78	6	6
Totaal	109	100

Uit deze cijfers blijkt dat 86% van de gemeten auto's een motorkaphoogte heeft die ligt tussen de 66 en 77 cm.

De verdeling van de fronthoek ziet er als volgt uit:

Fronthoek (°)	Frequentie	Percentage
≤49	7	6
50-59	18	16
60-69	42	38
70-79	27	25
≥80	15	14
Totaal	109	100

Hieruit blijkt dat ruim de helft van de gemeten auto's een fronthoek heeft tussen de waarden 60 en 79°.

De waarden van de bumperhoogte variëren het minst:

Bumperhoogte (cm)	Frequentie	Percentage
≤45	10	9
46-49	51	47
50-53	42	38
≥54	6	5
Totaal	109	100

Bij 85% van de gemeten auto's ligt de bumperhoogte tussen de 46 en 53 cm.

4.2.4. Vergelijking van de waarden van de metingen met de waarden toegepast bij de mathematische simulaties

De technische gegevens van de auto's zoals die bij de mathematische simulaties zijn gebruikt, zien er als volgt uit (zie ook de Inleiding):

motorkaphoogte: 45 t/m 88 cm

bumperhoogte: 20 t/m 55 cm

frontheek: ca. 67° t/m 87°

bumperuitsteek: 2 t/m 12 cm

Uit de metingen aan auto's uit het ongevallenbestand blijken de volgende waarden:

motorkaphoogte: 61 t/m 80 cm

bumperhoogte: 42 t/m 56 cm

frontheek: 35° t/m 90°

Hieruit blijkt dat bij de simulaties motorkaphoogten en bumperhoogten zijn gesimuleerd die aanzienlijk lager zijn dan met de huidige inventarisatie is vastgesteld. Wat de frontheeken betreft zijn bij de simulaties de minder steile waarden niet meegenomen zoals die in de praktijk wel blijken voor te komen.

5. RELATIE TUSSEN VIER FRONTTYPEN EN DE LETSELERNST

Het doel van de analyses die in dit hoofdstuk zijn beschreven is het vaststellen van de relatie tussen de letselernst van de aangereden fietser en de kenmerken van autofronten volgens een indeling naar hoofdklassen. De keuze van deze klassen vindt plaats aan de hand van de gegevens van de frontmetingen.

5.1. Indeling van de autofronten in vier groepen

Op basis van de metingen zijn van 823 betrokken voertuigen de frontdimensies bekend. Nagegaan is of deze voertuigen zodanig waren te verdelen dat clusters met voertuigen met overeenkomstige frontkenmerken gevormd konden worden. Voor de analyse was het hierbij van belang dat de clusters zich voldoende van elkaar zouden onderscheiden.

Hiertoe is de volgende werkwijze gevolgd: van de 823 voertuigen zijn achtereenvolgens op grafische wijze de volgende variabelen tegen elkaar uitgezet: de motorkaphoogte tegen de fronthoek, de motorkaphoogte tegen de bumperhoogte en de bumperhoogte tegen de fronthoek.

Beide grafische weergaven met de bumperhoogte als één van de variabelen, bleken niet tot te onderscheiden clusters te leiden; de geringe spreiding in bumperhoogte is hier debet aan. De motorkaphoogte uitgezet tegen de fronthoek toonde een betere spreiding van clusters (zie Bijlage 3).

Besloten is alleen analyses met de variabelen "fronthoek" en "motorkaphoogte" uit te voeren. Toevoeging van de variabele "bumperhoogte" is achterwege gelaten vanwege een te geringe celvulling.

Volgens Bijlage 3 liggen de grenswaarden voor de vorming van vier clusters op 71 cm voor de motorkaphoogte en 64° voor de fronthoek. Zodoende kunnen de volgende groepen worden onderscheiden:

Groep 1: hoge motorkap - steile fronthoek:	302 voertuigen
Groep 2: hoge motorkap - schuin lopende fronthoek:	203 voertuigen
Groep 3: lage motorkap - schuin lopende fronthoek:	98 voertuigen
Groep 4: lage motorkap - steile fronthoek:	220 voertuigen
Totaal	823 voertuigen

Deze indeling maakte het mogelijk de 107 typen voertuigen waarvan geen frontdimensies waren gemeten, op basis van ruwe frontgegevens in één van

de groepen in te delen. De betreffende voertuigen waren betrokken bij 155 ongevallen. Het bleek dat het merendeel van deze auto's van de oudere bouwjaren was, en vooral tot de voertuigen van groep 1 behoorde.

In Bijlage 2 is ook de indeling in groepen gegeven in alle typen personenauto's van het ongevallenbestand.

Na toevoeging van de 155 voertuigen werden de volgende groepstotalen verkregen:

Groep 1: 393 voertuigen; Groep 2: 235 voertuigen; Groep 3: 121 voertuigen; Groep 4: 229 voertuigen. In totaal dus: 978 voertuigen.

5.2. Vooranalyses

Analyses met de vier gevormde groepen zijn alleen verantwoord uit te voeren als de groepen zich onderscheiden op verschillen in frontdimensie. Het kenmerk waarvan wordt aangenomen dat dat het meest van invloed is op de relatie tussen voertuigfront en letselernst is de snelheid. Immers naarmate de snelheid van de botsende personenauto groter is, is de kans groter op (ernstig) letsel van de aangereden fietser. Deze aanname zal in eerste instantie moeten worden getoetst. Aangezien we niet beschikken over de botssnelheid, zal de maximum snelheid ter plaatse van het ongeval worden genomen.

Ernst letsel	Slachtoffers bij de maximum toelaatbare snelheid					
	≤ 50 km/uur		> 50 km/uur		Totaal	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%
Overleden	24	2,9	21	13,1	45	4,6
In ziekenhuis opgenomen	218	26,7	57	35,6	275	28,1
Naar ziekenhuis, niet opgenomen	312	38,1	42	26,3	354	36,2
Opname onbekend	40	4,9	11	6,9	51	5,2
Niet naar zieken- huis	224	27,4	29	18,13	253	25,9
Totaal	818	100	160	100	978	100

Chi-square 44,7 (df: 4): duidelijk significant

In par. 4.1 is gekozen voor twee snelheidscategorieën: ≤ 50 en > 50 km/uur. Met het cijfermateriaal van het ongevallenbestand kan de letselernst van het slachtoffer verdeeld worden naar beide categorieën.

Uit de tabel blijkt een duidelijk significant verschil in letselernst van de beide snelheidscategorieën.

Verder zal het verband vastgesteld worden tussen de maximum toelaatbare snelheid en de leeftijd van de fietser. Het is denkbaar dat jonge fietsers vooral meer binnen de bebouwde kom (plaatselijke snelheid tot 50 km/uur) worden aangereden dan buiten de bebouwde kom.

In laatste instantie zal de verdeling van de snelheid over de vier gekozen fronttypen worden gegeven.

Het verband tussen leeftijd van de aangereden fietser en beide snelheids-categorieën is in de volgende tabel gegeven. Hierbij is de leeftijdsverdeling van par. 4.1 aangehouden.

Leeftijd fietser	Slachtoffers bij de maximum toelaatbare snelheid					
	≤ 50 km/uur		> 50 km/uur		Totaal	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%
≤ 12 jaar	134	16,4	27	16,9	161	
> 12 jaar	683	83,6	133	83,1	793	
Onbekend					1	
Totaal	817	100	160	100	978	

Chi-square 0,022 (df: 1): niet significant

Min of meer buiten verwachting toont deze tabel aan dat er nagenoeg geen verschil in leeftijd van de fietsers is bij de verdeling naar maximum toelaatbare snelheid.

De nu volgende tabel geeft de relatie tussen het fronttype en de maximum toelaatbare snelheid.

Fronttype	Slachtoffers bij de maximum toelaatbare snelheid					
	≤ 50 km/uur		> 50 km/uur		Totaal	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%
1	330	40,3	63	39,4	393	40,2
2	201	24,6	34	21,3	235	24,0
3	106	13,0	15	9,4	121	12,4
4	181	22,1	48	30,0	229	23,4
Totaal	818	100	160	100	978	100

Chi-square 5,577 (df: 3): niet significant

Deze tabel geeft geen significant verschil te zien. Wel valt bij fronttype 4 een relatief groot verschil te constateren ten aanzien van het aandeel slachtoffers bij de lage en hoge snelheids categorie (een verschil van 8 percentagepunten). Bij de verdere analyses dienen we er rekening mee te houden dat dit fronttype bij de hoge snelheids categorie enigszins oververtegenwoordigd is.

5.3. Analyse van de invloed van het voertuigfront op het letsel van fietsers

De relatie tussen type voertuigfront en letsel ernst is als volgt:

Fronttype	Aantal fietsersslachtoffers naar ernst letsel											
	Overleden		Naar ziekenhuis				Opname onbekend		Niet naar ziekenhuis		Totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
			Opgen.	Niet opgenomen								
1	15	4	111	28	145	37	20	5	102	26	393	100
2	6	3	79	34	78	33	14	6	58	25	235	100
3	7	6	26	22	49	41	3	3	36	30	121	100
4	17	7	59	26	82	36	14	6	57	25	229	100
Totaal	45	5	275	28	354	36	51	5	253	26	978	100

Chi-square 16,4 (df: 12): niet significant

De verschillen tussen de vier voertuigfronten zijn niet significant. Het percentage overleden slachtoffers ligt bij de fronttypen 3 en 4 hoger dan bij de andere twee typen. Bij de slachtoffers met ziekenhuisopname is het juist andersom.

Gezien het geringe aantal overleden slachtoffers is besloten deze klasse te voegen bij die van de slachtoffers die opgenomen zijn in een ziekenhuis. Indien we de totalen van de overleden en opgenomen slachtoffers relateren aan de totale aantallen slachtoffers per fronttype krijgen we percentages: fronttype 1 : 32,1%; fronttype 2 : 36,2%; fronttype 3 : 27,3%; fronttype 4 : 33,2%; gemiddeld dus 32,7% ernstig gewonde slachtoffers.

Ten opzichte van het gemiddelde scoort dus fronttype 3 (lage motorkap - schuin lopende fronthoek) iets gunstiger en fronttype 2 (hoge motorkap - schuin lopende fronthoek) iets ongunstiger. Het percentage van fronttype 4 moet iets lager worden ingeschat vanwege het grotere aandeel binnen de hoogste snelheidscategorie. Vermoedelijk komt het percentage hiermee onder het gemiddelde te liggen. Bij controle van de overige categorieën slachtoffers blijkt het verband tussen fronttype en letselernst niet significant (Chi-square 6,5; df: 6).

Samengevat is de uitkomst van de analyse dat beide groepen met een relatief steil front op het gemiddelde niveau scoren; van de twee groepen met het schuine front scoort het lage front beter dan het hoge front.

Uit deze analyse blijkt dat de gekozen indeling in vier groepen geen duidelijk onderscheid toont. Ook geeft het geen inzicht in het verband tussen het verloop van waarden van de frontparameters (motorkaphoogte en fronthoek) en de letselernst. In het volgende hoofdstuk wordt dit nader geanalyseerd.

6. RELATIES TUSSEN FRONTHOEK EN LETSELERNST EN TUSSEN MOTORKAPHOOGTE EN LETSELERNST

6.1. Algemeen

Voor de analyses over de relatie tussen waarden van de frontparameters en de letselernst zijn de exacte waarden van de motorkaphoogte en fronthoek nodig. In par. 4.2 is aangegeven dat van het totaal van 978 personenauto's die in het ongevallenbestand zitten, er van 823 voertuigen (na hertelling 824) exacte frontdimensies bekend. Dit aantal komt in principe voor analyses in aanmerking.

Naar aanleiding van de analyse van par. 5.3 is besloten de slachtoffers in slechts twee klassen te onderscheiden:

1. overleden + ziekenhuisopname
2. naar ziekenhuis vervoerd maar niet opgenomen + niet naar ziekenhuis vervoerd.

Hiermee komt de categorie "naar het ziekenhuis, opname onbekend" te vervallen (45 slachtoffers).

Dit betekent dat de analyses over fronthoek en motorkaphoogte met in totaliteit 779 slachtoffers (824-45 slachtoffers) worden uitgevoerd.

Aangezien het aspect "maximum toelaatbare snelheid" het meest van invloed is op de ernst van het letsel, is op dit aspect gecontroleerd of het gereduceerde aantal van 779 slachtoffers (nieuw bestand) vergelijkbaar is met de oorspronkelijke groep van 978 slachtoffers (oud bestand).

Bestand	Slachtoffers bij de maximum toelaatbare snelheid					
	≤ 50 km/uur		> 50 km/uur		Totaal	
	aant.	%	aant.	%	aant.	%
"Oud"	818	83,6	160	16,4	978	100
"Nieuw"	655	84,1	124	15,9	779	100

Voor de analyses zijn de fronthoeken en motorkaphoogten in vijf klassen verdeeld, met in iedere klasse zoveel mogelijk hetzelfde aantal slachtoffers. De volgende tabellen geven de frequentieverdeling.

Fronthoek	Slachtoffers	
	aantal	%
35-59°	153	19,6
60-65°	154	19,8
66-69°	153	19,6
70-72°	169	21,7
73-90°	150	19,3
Totaal	779	100

Motorkaphoogte	Slachtoffers	
	aantal	%
61-68 cm	99	12,7
69-70 cm	162	20,8
71-72 cm	152	19,5
73-74 cm	186	23,9
75-80 cm	180	23,1
Totaal	779	100

6.2. Analyse van de fronthoek

Allereerst is getoetst of de verdeling van de maximum toelaatbare snelheid over de vijf onderscheiden klassen fronthoeken gelijkmatig is.

Max. toelaatb. snelheid	Verdeling slachtoffers naar fronthoek						Totaal	N
	35-59°	60-65°	66-69°	70-72°	73-90°	100%		
≤ 50 km/uur	20,9%	19,4%	18,9%	20,0%	20,8%	100%	655	(84,1%)
> 50 km/uur	12,9%	21,8%	23,4%	30,7%	11,3%	100%	124	(15,9%)
Totaal							779	(100%)

Voor de snelheidscategorie ≤ 50 km/uur is er slechts een verschil van enkele percentagepunten tussen de diverse fronthoekklassen. Voor de categorie > 50 km/uur daarentegen zijn de verschillen uitzonderlijk groot: de klasse 70-72° met 30,7% en de categorie 73-90° met 11,3%. Dit betekent dat bij de volgende analyses rekening gehouden moet worden met de invloed van deze hogere snelheidscategorie.

De eerste analyse betreft de relatie tussen fronthoek en letselernst. Uit de volgende tabel blijkt dat de twee uiterste fronthoekklassen het hoogste percentage ernstig gewonde slachtoffers bevatten. Deze twee klassen waren juist ondervertegenwoordigd binnen de categorie > 50 km/uur. Dit betekent dat de feitelijke letselernst nog groter zou kunnen zijn.

Letselernst	Verdeling slachtoffers naar fronthoek					N
	35-59°	60-65°	66-69°	70-72°	73-90°	
Overleden +						
opn. in ziekenhuis	40,5%	29,9%	30,7%	33,1%	41,3%	273 (35,0%)
Niet naar ziekenhuis	59,5%	70,1%	69,3%	66,9%	58,7%	506 (65,0%)
Totaal	100	100	100	100	100	779 (100%)

Chi-square: 7,963; aantal vrijheidsgraden 4: niet significant

De fronthoekklasse van 70-72° scoort relatief laag binnen de zwaarste letselcategorie; we zagen dat deze klasse het hoogste procentuele aandeel in de snelheidscategorie > 50 km/uur heeft. Dit zou kunnen duiden op een relatief "veilige" fronthoek.

Een nadere analyse van fronthoek versus letselernst met inbegrip van het kenmerk maximum toelaatbare snelheid ligt voor de hand. Hiertoe is onderscheid gemaakt tussen $V_{max} \leq 50$ km/uur en $V_{max} > 50$ km/uur.

Uit deze tabel blijkt dat de laagste en hoogste klasse van de motorkaphoogte bij de snelheidscategorie > 50 km/uur ondervertegenwoordigd zijn, en de drie middenklassen oververtegenwoordigd. Bij de categorie ≤ 50 km/uur is tevens de laagste klasse van de motorkaphoogte ondervertegenwoordigd. Bij verdere analyses zullen we hiermee rekening moeten houden.

De motorkaphoogte versus de letselernst geeft de volgende tabel:

Letselernst	Verdeling slachtoffers (%) naar motorkaphoogte (cm)					
	61-68	69-70	71-72	73-74	75-80	N
Overleden + opname						
in ziekenhuis	35,3%	35,8%	32,2%	35,0%	36,7%	273 (35,0%)
Niet naar zhs.	64,7%	64,2%	67,8%	65,0%	63,3%	506 (65,0%)
Totaal	100	100	100	100	100	779 (100%)

Chi-square: 0,78 (df 4): niet significant

De klasse met de hoogste motorkaphoogte scoort iets boven het gemiddelde (niet significant). Dit gevoegd bij het feit dat deze klasse ondervertegenwoordigd is bij de snelheidscategorie > 50 km/uur, kan er sprake zijn van een relatief onveilige motorkaphoogte. Mogelijk wordt een sterker (significant) verband gevonden met de uitsplitsing naar beide snelheids-categorieën:

Letselernst	Verdeling slachtoffers (%) naar motorkaphoogte (cm)					
	61-68	69-70	71-72	73-74	75-80	N
<u>Max. snelheid < 50 km/uur</u>						
Overleden/opn.						
in ziekenhuis	30,4%	30,1%	31,2%	32,0%	35,8%	211 (32,2%)
Niet naar zhs.	69,6%	69,9%	68,8%	68,0%	64,2%	444 (67,8%)
Totaal	N=79	N=133	N=125	N=156	N=162	655 (100%)
<u>Max. snelheid > 50 km/uur</u>						
Overleden/opn.						
in ziekenhuis	55,0%	62,1%	37,0%	50,0%	44,4%	62 (50,0%)
Niet naar zhs.	45,0%	37,9%	63,0%	50,0%	55,6%	62 (50,0%)
Totaal	N=20	N=29	N=27	N=30	N=18	124 (100%)

Chi-square: bij ≤ 50 km/uur: 1,416 (df 4): niet significant; bij > 50 km/uur: 3,927 (df 4): niet significant

Ook nu zijn de verschillen niet significant. In de lagere snelheidscategorie geeft de grootste motorkaphoogte opnieuw het hoogste percentage ernstig gewonden (incl. overleden). In de hogere snelheidscategorie zijn het de twee laagste klassen die naar ernst het slechtst scoren.

6.4. Combinatie van fronthoek en motorkaphoogte naar letselernst

Als laatste is de combinatie van motorkaphoogte en fronthoek onderzocht. Dit kan als een verfijning worden beschouwd van de analyses die in Hoofdstuk 5 zijn uitgevoerd. Nu is gekeken naar de relatieve ernst die als volgt wordt gedefinieerd:

$$\text{relatieve ernst} = \frac{\text{aantal overleden of met ziekenhuisopname}}{\text{alle slachtoffers per combinatie}} * 100\%$$

Om de invloed van de snelheid zoveel mogelijk uit te sluiten, zijn alleen de 655 slachtoffers genomen gevallen op locaties met een $V_{\max} \geq 50$ km/uur. In de tabel zijn per cel twee getallen gegeven. Het eerste geeft de relatieve ernst in procenten en het tweede het absolute aantal slachtoffers. Het eerste getal is alleen vermeld als het aantal slachtoffers meer dan 20 bedroeg; anders is ".." aangegeven. De cijfers zijn gebaseerd op de tabellen van Bijlage 4.

Fronthoek	Relatieve ernst in % en aantallen slachtoffers											
	Motorkaphoogte (cm)											
	61-68		69-70		71-72		73-74		75-80		Totaal	
%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	
35-59°	..	(10)	30	(23)	<u>46</u>	(28)	26	(23)	<u>53</u>	(53)	<u>41</u>	(137)
60-65°	<u>43</u>	(21)	23	(31)	23	(47)	32	(25)	..	(3)	28	(127)
66-69°	..	(8)	29	(41)	31	(39)	..	(7)	24	(29)	29	(124)
70-72°	23	(39)	37	(38)	..	(4)	28	(25)	9	(25)	25	(131)
73-90°	..	(1)	..	(0)	..	(7)	36	(76)	<u>40</u>	(52)	38	(136)
Totaal	30	(79)	30	(133)	31	(125)	32	(156)	36	(162)	32	(655)

Uit deze tabel valt op dat er combinaties van fronthoek en motorkaphoogte zijn die niet of nauwelijks voorkomen. Op een totaal van 655 slachtoffers zijn er 211 overleden of in een ziekenhuis opgenomen. De gemiddelde relatieve ernst bedraagt hiermee 32%. In de tabel is de relatieve ernst onderstreept als het percentage meer dan 40% bedraagt.

Uit de tabel blijkt dat een grote relatieve ernst het meest voorkomt bij de kleinere fronthoeken; dit betreft de meeste motorkaphoogte van laag naar hoog. Dit is in overeenstemming met de analyse die in par. 6.2 is beschreven. De combinatie steile fronthoek en hoge motorkap geeft slechts voor één cel een grote relatieve ernst.

7. LETSELPATRONEN BIJ FRONTALE AANRIJDINGEN

7.1. Inleiding

Tot dus ver is bij het ongevalsonderzoek de relatie tussen het voertuigfront en de afloop voor de aangereden fietser uitgedrukt in termen van overleden, ziekenhuisopname en geen ziekenhuisopname. Het verband tussen specifieke letsels van lichaamsonderdelen (zoals letsels aan hoofd, borst of benen) en diverse typen voertuigfronten kan meer inzicht geven in de aard en ernst van de letsels bij het beschouwde type ongeval. Dit sluit ook beter aan bij resultaten van simulaties waar specifiek naar vertragingsswaarden van lichaamsonderdelen wordt gekeken.

Aangezien de meest betrouwbare informatie over letsels door ziekenhuizen wordt geregistreerd, kan een nadere analyse alleen plaatsvinden met fietsers slachtoffers die na het ongeval in een ziekenhuis zijn opgenomen. Vervolgens dienen de gegevens van ziekenhuisslachtoffers aan de VOR-gegevens van de beschouwde fietsongevallen gekoppeld te worden.

In dit hoofdstuk wordt de koppeling en analyse van het koppelingsbestand beschreven.

In Nederland beheert SIG Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg onder meer de ziekenhuisgegevens van de (verkeers)slachtoffers, de zogenaamde Landelijke Medische Registratie (LMR). Hierin zijn bijvoorbeeld de hoofd- en nevendiagnose vastgelegd. Ter bescherming van de privacy zijn de naar individuen traceerbare LMR-gegevens niet opvraagbaar, waardoor de koppeling van ziekenhuis- aan VOR-gegevens alleen door de SIG kan worden uitgevoerd. Indien na koppeling een analysebestand wordt gemaakt met gegevens die niet naar individuen zijn te herleiden, kan de analyse buiten de SIG om worden verricht.

7.2. Uitvoering

Geschat is dat de nader te analyseren groep ziekenhuisslachtoffers minder dan 200 slachtoffers bevat. Gelet op deze omvang dient gecontroleerd te worden of deze groep zich al dan niet onderscheidt van de totale groep ziekenhuisslachtoffers van het beschouwde type ongeval. Dit brengt met zich mee dat door de SIG twee bestanden moeten worden gevormd, te weten:

1. Een controlebestand met alle fietsersslachtoffers van aanrijdingen met personenauto's in 1990, voor zover daarvan de LMR-gegevens bekend zijn.

De aanrijdingen zijn van het type "midden-front auto tegen zijkant fiets". We duiden dit aan met het C-bestand.

2. Een analysebestand met fietsersslachtoffers waarbij over gedetailleerde gegevens van het front van de botsende auto kan worden beschikt. Dit is het bestand dat in Hoofdstuk 6 is beschreven, maar ontdaan van de fietsersslachtoffers waarvan geen LMR-gegevens bekend zijn. Dit te vormen bestand noemen we het A-bestand.

Voor het creëren van de A- en C-bestanden moeten VOR-gegevens aan LMR-gegevens gekoppeld worden.

Dit betekent dat in de eerste plaats een VOR-bestand moet worden gemaakt. Hiertoe zijn door de SWOV uit het totale VOR-bestand met letselongevallen alle fietsongevallen van 1990 geselecteerd van het type "midden front auto tegen zijkant fiets". Dit leverde een bestand op met in totaal 2285 fietsers. In de tweede plaats is door de SIG een LMR-bestand gevormd uit alle records met ziekenhuisopnamen van 1990 met het kenmerk "verkeersongeval". Dit resulteerde in een bestand met 20805 slachtoffers.

Voor de matching (koppeling) van beide bestanden is een combinatie van variabelen gebruikt, de zogenaamde koppelsleutel. Deze bestaat uit de volgende variabelen: datum ongeval of datum ziekenhuisopname, geboortedatum, geslacht en ziekenhuiscode. De datum van de ziekenhuisopname wordt hierbij met 1 dag verruimd. Door bij een eerste matching het kenmerk "ziekenhuiscode" wel op te nemen en bij een tweede niet, zijn tevens die slachtoffers te selecteren waarvan de VOR of een verkeerd ziekenhuis heeft vermeld, dan wel heeft gecodeerd: "vervoerd naar ziekenhuis, opname onbekend" of "niet naar ziekenhuis vervoerd".

Voordat de koppeling is uitgevoerd, zijn beide bestanden "geschoond": indien één van de genoemde koppelvariabelen niet in het ene of andere bestanden aanwezig was, werd de record verwijderd. Tevens zijn de zogenaamde administratieve meerlingen (records met gelijke kenmerken) verwijderd.

De door de SIG uitgevoerde koppeling is beschreven in het rapport "Koppeling Verkeersongevallenregistratie en Landelijke Medische Registratie (SIG, 1992). Samengevat heeft de koppeling het volgende resultaat opgeleverd.

De matching van geschoonde VOR- en SIG-bestanden met resp. 2273 en 20497 records leverde voor het C-bestand het volgende aantal gekoppelde records:

eerste matching: 437 records

tweede matching: 54 records

Totaal: 491 records

De tweede matching heeft dus nog 54 slachtoffers opgeleverd waarvan in het VOR-bestand geen of een verkeerde ziekenhuiscode aangegeven was (ten opzichte van de eerste matching een toename van 12%).

De gekoppelde records bevatten de volgende gegevens: VOR-nummer, geslacht, leeftijd, verpleegduur, diagnose letsel (in totaal max. 10 letsels) en wijze van ontslag. Met behulp van het VOR-nummer kunnen de kenmerken van ongevallen aan de records worden toegevoegd.

7.3. Resultaten (frequentietabellen)

Overeenkomstig het gestelde in par. 7.1 zijn voor zowel het C- als het A-bestand de resultaten weergegeven in de vorm van frequentietabellen.

7.3.1. Resultaten van het controlebestand (C-bestand)

Het C-bestand bevat letsel- en ongevalgegevens van 491 "gematchte" fietsers die in 1990 bij ongevallen met personenauto's waren betrokken. Hiervan bleken 3 fietsers letsels te hebben die niet het gevolg waren van geweldsinwerking tijdens het ongeval. Deze records zijn verwijderd zodat 488 slachtoffers resteren.

Het bestand met deze slachtoffers bevat de volgende kenmerken.

Leeftijden van de fietser

t/m 12 jaar: 74 (15%)

13 - 60 jaar: 237 (49%)

≥ 60 jaar: 177 (36%)

Totaal: 488 (100%)

Verpleegduur

0 - 5 dagen: 149 (31%)

6 - 10 dagen: 116 (24%)

11 - 20 dagen: 118 (24%)

≥ 21 dagen: 105 (22%)

Totaal: 488 (100%)

Wijze van ontslag

naar huis:	425 (87%)
overleden:	26 (5%)
naar ander ziekenhuis:	17 (4%)
naar inrichting, verpleeghuis:	20 (4%)
Totaal:	488 (100%)

Verdeling naar toegestane snelheid op de plaats van het ongeval

≤ 50 km/uur:	370 (76%)
> 50 km/uur:	118 (24%)
Totaal:	488 (100%)

In het LMR-bestand worden per slachtoffer maximaal 10 diagnoses (letselsoorten) gecodeerd. Het eerste letsel wordt door de artsen en specialisten als hoofdletsel aangemerkt. Een derde letsel is nog bij een kwart van de slachtoffers aangetroffen. Meer letsels komen slechts bij minder dan 10% van de slachtoffers voor.

In de volgende tabel zijn de letsels per lichaamsdeel gegeven. De letsels aan het hoofd konden zowel voor wat betreft aantal (238 eerste letsels) als naar soort letsel onderscheiden worden in ernstig en licht. Hoewel ook beenletsels veel voorkomen (146 eerste letsels) bleek geen onderverdeling naar ernstig en licht beenletsel gemaakt te kunnen worden.

Lichaamsdelen	Slachtoffers naar aantal letsels (C-bestand)					
	eerste letsel		tweede letsel		derde letsel	
	A	%	A	%	A	%

Hoofd+hals+nek						
ernstig	94	19	27	10	12	10
licht	144	30	63	24	32	26
Borst + inwendig	39	8	40	15	17	14
Rug+bekken	29	6	11	4	4	3
Benen	146	30	74	28	33	27
Armen	28	6	45	17	19	15
Overig	8	2	5	2	7	6
Totaal	488	100	265	100	124	100
Geen letsel		0%		46%		75%

Uit de eerste kolom van het overzicht blijkt dat letsels aan het hoofd (inclusief hals- en nekletsels) in bijna de helft van de gevallen (49%) voorkomen. Verdeling naar ernstig en licht bedraagt resp. 19 en 30%. Daarnaast komen beenletsels met 30% veel voor. De andere letsels komen minder dan 10% voor.

Bij de tweede en derde letsels komen relatief veel borstletsels (incl. inwendige letsels) en armlletsels voor. Opmerkelijk is de grote overeenkomst in de procentuele verdeling van de tweede en derde letsels. Een tweede letsel wordt nog bij ruim de helft van de slachtoffers aangetroffen en een derde letsel bij een kwart. Een vierde en vijfde letsel vinden we nog bij resp. 10 en 5% van de slachtoffers. Zes en meer letsels hebben minder dan 4% van de slachtoffers.

Het eerste letsel is vervolgens verdeeld naar leeftijd en verpleegduur (zie de nu volgende twee tabellen).

Lichaamsdelen (eerste letsels)	Slachtoffers naar leeftijden (C-bestand)					
	0-12 jaar		13-54 jaar		55 jaar en ouder	
	A	%	A	%	A	%
Hoofd+hals+nek						
ernstig	19	26	50	21	25	14
licht	27	36	65	27	52	29
Borst + inwendig	2	3	21	9	16	9
Rug+bekken	1	1	13	5	15	8
Benen	22	30	62	26	62	35
Armen	1	1	2	9	6	3
Overig	2	3	5	2	1	1
Totaal	74	100	237	100	177	100

Uit deze tabel blijkt dat de jongste leeftijdsklasse relatief meer hoofdletsels (ernstig en licht) hebben dan de oudere klassen. Verder heeft de jongste groep minder letsel aan borst, rug en armen. Beenletsels zijn meer gelijkmatig verdeeld over de drie leeftijdsklassen.

Lichaamsdelen (eerste letsels)	Slachtoffers naar verpleegduur (C-bestand)							
	0-5 dg		6-10 dg		≥11 dagen		totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%
Hoofd+hals+nek								
ernstig	40	43	17	18	37	39	94	100
licht	65	45	42	29	37	26	144	100
Borst+inwendig	14	36	13	33	12	31	39	100
Rug+bekken	4	14	10	34	15	52	29	100
Benen	13	9	27	18	106	72	146	100
Armen	8	29	5	18	15	53	28	100
Overig	5	63	2	25	1	13	8	100
Totaal	149	31	116	24	223	46	488	100

Beenletsels scoren bijzonder hoog als gekeken wordt naar een opnameduur die meer dan 10 dagen betreft. Rug- en bekkenletsels en armlletsels geven op de tweede plaats een dergelijke lange opnameduur. Hoofd- en borstletsels scoren relatief laag.

Lichaamsdelen	Slachtoffers met slechts één letsel naar verpleegduur (C-bestand)							
	0-5 dg		6-10 dg		≥11 dg		totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%
Hoofd+hals+nek								
ernstig	23	56	6	15	12	29	41	100
licht	41	67	15	25	5	8	61	100
Borst+inwendig	7	58	3	25	2	17	12	100
Rug+bekken	2	10	8	40	10	50	20	100
Benen	6	8	22	29	47	63	75	100
Armen	4	44	1	11	4	44	9	100
Overig	5	-	0	-	0	-	5	-
Totaal	88	39	55	25	80	36	233	100

De relatie tussen het eerste letsel van de gehele groep slachtoffers en de verpleegduur geeft niet direct een goed beeld van de ernst van dit eerste letsel. Immers als een patiënt meer dan één letsel heeft, is het mogelijk dat het als minder ernstig gekwalificeerde letsel toch een langere opname-tijd behoeft. Daarom is in de tabel onder op blz. 40 alleen van de 233 slachtoffers die slechts één letsel hadden (49%) wederom de relatie met de verpleegduur aangegeven.

Aangaande de opnameduur van meer dan tien dagen scoren ook nu dezelfde letselsoorten hoog: beenletsels, rug- en bekkenletsels en armlletsels. De enige letselsoort die een beduidend lagere verpleegduur geeft zijn de lichte letsels aan het hoofd.

Geconcludeerd kan worden dat bij de verdere analyses ook de slachtoffers met meer gecompliceerde letsel patronen betrokken kunnen worden.

Uit vorige analyses zagen we de invloed van de plaatselijke maximale snelheid op de ernst van het letsel. Deze "ernst" was gekoppeld aan de kenmerken ziekenhuisopname en overleden. Voor de letselsoort is eveneens het verband met deze snelheid gelegd.

Lichaamsdelen (eerste letsels)	Slachtoffers naar plaatselijke maximum snelheid (C-bestand)			
	≤ 50 km/uur		> 50 km/uur	
	A	%	A	%

Hoofd+hals+nek				
ernstig	65	18	29	25
licht	102	28	42	36
Borst + inwendig	32	9	7	6
Rug+bekken	26	7	3	3
Benen	115	31	31	26
Armen	23	6	5	4
Overig	7	2	1	1
Totaal	370	100	118	100

Bij de hogere snelheids categorie vinden we relatief meer letsels aan het hoofd. Alle andere letselsoorten komen verhoudingsgewijs bij de lage snelheidsklasse meer voor dan bij de hoge.

7.3.2. Resultaten van het analysebestand (A-bestand)

Het A-bestand is gevormd uit de koppeling van slachtoffers waarvan zowel de LMR-gegevens als specifieke frontgegevens van de auto die de fietser heeft aangereden aanwezig waren. Dit leverde een bestand op met 186 records. Nagegaan is in hoeverre dit gereduceerde A-bestand afwijkt van het C-bestand.

Leeftijden van de fietser

	A-bestand	C-bestand
t/m 12 jaar:	33 (18%)	74 (15%)
13 - 55 jaar:	83 (45%)	237 (49%)
> 55 jaar:	70 (38%)	177 (36%)
Totaal:	186 (100%)	488 (100%)

Verpleegduur

	A-bestand	C-bestand
0 - 5 dagen:	65 (35%)	149 (31%)
6 - 10 dagen:	42 (23%)	116 (24%)
11 - 20 dagen:	39 (21%)	118 (24%)
≥ 21 dagen:	40 (22%)	105 (22%)
Totaal:	186 (100%)	488 (100%)

Toegestane snelheid op de plaats van het ongeval

	A-bestand	C-bestand
≤ 50 km/u:	141 (76%)	370 (76%)
> 50 km/u:	45 (24%)	118 (24%)
Totaal:	186 (100%)	488 (100%)

Eerste-letsels naar lichaamsdelen

	A-bestand	C-bestand
Hoofd+hals+nek		
ernstig	30 (16%)	94 (19%)
licht	57 (31%)	144 (30%)
Borst+inwendig	21 (11%)	39 (8%)
Rug+bekken	10 (5%)	29 (6%)
Benen	51 (27%)	146 (30%)
Armen	15 (8%)	28 (6%)
Overig	2 (1%)	8 (2%)
Totaal	186 (100%)	488 (100%)

Gezien de grote mate van overeenkomst tussen beide bestanden, is het verantwoord nadere analyses met het A-bestand uit te voeren.

7.4. Analyseresultaten

Aan de hand van de gegevens van het analysebestand (A-bestand) is de relatie onderzocht tussen frontkenmerken en letsels verdeeld naar getroffen lichaamsdelen. In Hoofdstuk 6 zijn zowel de motorkaphoogte als de fronthoek verdeeld in zes klassen. Gelet op het aantal slachtoffers in dit bestand wordt het aantal klassen van beide frontkenmerken teruggebracht tot drie. Verder is het aantal klassen met lichaamsdelen teruggebracht: borst en rugletsel zijn samengevoegd en armlletsel met overig letsel.

De voorkeur bestond voor het maken van een verdeling naar de twee snelheidscategorieën (≤ 50 en > 50 km/uur) vanwege het aangetoonde significante verschil in letselernst (zie par. 6.2). Echter het aantal slachtoffers in de laagste snelheidscategorie zou neerkomen op ca. 30. Een te gering aantal voor een analyse.

In eerste instantie wordt de verdeling van het aantal slachtoffers naar motorkaphoogte gegeven.

Lichaamsdelen (eerste letsels)	Slachtoffers naar motorkaphoogte (A-bestand)							
	61-69 cm		70-73 cm		≥ 74 cm		totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%
Hoofd+hals+nek								
ernstig	8	19	10	13	12	18	30	16
licht	13	31	29	38	15	22	57	31
Borst+rug	9	21	10	13	12	18	31	17
Benen	8	19	21	27	22	33	51	27
Armen+overig	4	10	7	9	6	9	17	9
Totaal	42	100	77	100	67	100	186	100

Chi-square 6,614 (df 8): niet significant

Uit deze tabel blijkt dat het laagste front en het hoogste front wat meer ernstige hoofdletsels en letsels aan borst en rug geven dan de tussenliggende klasse. De verschillen zijn echter niet significant. De laatst genoemde klasse geeft wat meer licht hoofdletsel. Beenletsel is meer vertegenwoordigd in de hoogste klasse en minder in de laagste klasse.

Lichaamsdelen (eerste letsels)	Slachtoffers naar fronthoek (A-bestand)								
	35-59°		60-69°		≥70°		totaal		
	A	%	A	%	A	%	A	%	
Hoofd+hals+nek									
ernstig	7	16	9	14	14	18	30	16	
licht	12	27	23	37	22	28	57	31	
Borst+rug	8	18	10	16	13	17	31	17	
Benen	12	27	15	24	24	31	51	27	
Armen+overig	6	13	6	9	5	6	17	9	
Totaal	45	100	63	100	78	100	186	100	

Chi-square 3,59 (df 8): niet significant

Ook de verschillen in deze tabel zijn niet significant. Het meest steile front (≥70°) geeft iets meer ernstige hoofdletsels en beenletsels. De middenklasse geeft vooral meer lichte hoofdletsels.

De laatste analyse is uitgevoerd met de frontkenmerken naar de verpleegduur. De eerste tabel heeft betrekking op de motorkaphoogte.

Verpleegduur	Slachtoffers naar motorkaphoogte (A-bestand)							
	61-69 cm		70-73 cm		≥74 cm		totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%
0-5 dagen	17	40	25	32	23	34	65	35
6-10 dagen	9	21	23	30	10	15	42	23
≥ 11 dagen	16	38	29	38	34	51	79	42
Totaal	42	100	77	100	67	100	186	100

Chi-square 5,775 (df 4): niet significant

De hoogste klasse van de motorkaphoogte geeft de langste verpleegduur; het verschil is echter niet significant.

De verdeling van de slachtoffers naar fronthoek geeft een vergelijkbaar beeld:

Verpleegduur	Slachtoffers naar fronthoek (A-bestand)							
	35-59 ^o		60-69 ^o		≥70 ^o		totaal	
	A	%	A	%	A	%	A	%
0-5 dagen	19	42	24	38	22	28	65	35
6-10 dagen	8	18	13	21	21	27	42	23
≥ 11 dagen	18	40	26	41	35	45	79	42
Totaal	45	100	63	100	78	100	186	100

Chi-square 3,283 (df 4): niet significant

De langste verpleegduur wordt bij hoogste klasse van de fronthoek aange-
troffen. De verschillen zijn ook nu niet significant.

8. DISCUSSIE

8.1. Samenvatting resultaten

De botssnelheid is van veel invloed op de letselernst gebleken. Vanwege het ontbreken van de botssnelheid is als substituut de CBS-variabele "maximum snelheid" ter plaatse van het ongeval genomen. Een toets heeft uitgewezen dat de verdeling van de slachtoffers naar de variabelen ≤ 50 km/uur en > 50 km/uur sterk significante verschillen met betrekking tot de letselernst te zien geeft. Bij de verdeling van de slachtoffers naar frontkenmerken gaf de uitsplitsing naar deze twee snelheidscategorieën een wat sterkere relatie tussen letselernst en frontkenmerken te zien in vergelijking met de verdeling waarbij deze uitsplitsing niet is uitgevoerd.

Van de onderzochte kenmerken motorkaphoogte en fronthoek gaf alleen de fronthoek significante verschillen bij de verdeling van de slachtoffers te zien. Bij de lage snelheids categorie (≤ 50 km/uur) gaf zowel de laagste klasse ($\leq 59^\circ$) als hoogste klasse ($\geq 73^\circ$) het hoogste percentage ernstig gewonde slachtoffers. Bij de hoge snelheids categorie (> 50 km/uur) scoorde alleen de hoogste klasse ($\geq 70^\circ$) het slechtst.

De niet-significante resultaten van de verdeling van de slachtoffers naar motorkaphoogte toonden voor hogere motorkappen bij de lage snelheids categorie het hoogste percentage ernstig-gewonde slachtoffers; de lagere motorkappen scoorden bij de hoge snelheids categorie slechter.

De combinatie van motorkaphoogte en fronthoek is alleen in de lage snelheids categorie onderzocht. De kleinste fronthoeken gaven bij nagenoeg alle motorkaphoogten ongevallen met een hogere relatieve ernst te zien. Daarnaast scoorde de steilste fronthoek ook slecht bij een hoge motorkap.

Deze resultaten van de ongevallenanalyses bieden alleen ten aanzien van de "middelwaarden" van de fronthoek een aanknopingspunt voor een gunstige frontvorm.

De analyses ter vaststelling van het verband tussen letselpatronen en frontkenmerken hebben geen nieuwe gezichtspunten opgeleverd. Hoewel bepaalde frontklassen wat meer specifieke letsels aan lichaamsdelen te zien gaven dan andere klassen, is het verband niet duidelijk en niet significant.

8.2. Steekproefgrootte

Het uitgangspunt voor de verzameling van het aantal ongevalgegevens was dat ca. 1000 ongevallen voor de analyses beschikbaar moesten zijn. Dit aantal is gebaseerd op de algemene opvatting dat er naar gestreefd moet worden per cel gemiddeld ca. 100 ongevallen of slachtoffers te hebben. De eerste analyses van Hoofdstuk 5 zijn dan ook met 1000 slachtoffers uitgevoerd.

Door reductie van het aantal ongevallen zijn in de tweede serie analyses 779 slachtoffers nader geanalyseerd (Hoofdstuk 6). Aangaande de statistische consequenties hiervan enkele opmerkingen.

In de eerste plaats mag worden verwacht dat de verdeling van de slachtoffers over de cellen van het bestand met 779 slachtoffers niet erg afwijkt van die van een bestand met ca. 1000 slachtoffers (zie voor de uitgevoerde toets Hoofdstuk 6). In de tweede plaats is gebleken dat ondanks de reductie de berekening van de chi-kwadraat met redelijk grote aantallen kon worden uitgevoerd. In de derde plaats is met betrekking tot analyses van beschouwde tabellen alleen het kritische gebied van belang. Immers bij kleine en hoge waarden van de chi-kwadraat zou de uitkomst in termen van resp. niet en wel significant niet veranderen als ruim 200 slachtoffers meer zouden zijn beschouwd. In het kritische gebied is wel sprake van een verschuiving, zij het dat deze gering is: van niet naar wel significant. Op zich zou dit de conclusies niet echt harder hebben gemaakt.

8.3. Vergelijking ongevallenstudie met simulatiestudie

De methodes van ongevallen- en simulatiestudie verschillen aanzienlijk. Bij simulatieonderzoek vinden de aanrijdingen onder exact vastgelegde condities plaats, de aanrijdingen zijn reproduceerbaar en de ernst van de aanrijding wordt uitgedrukt in fysische grootheden zoals de grootte van vertragingen.

Bij ongevallenonderzoek zijn globale ongevalskenmerken, zoals verzameld door de VOR, gekoppeld aan exacte voertuigkenmerken, verzameld met praktijkmetingen. Op voorhand was duidelijk dat gegevens uit het VOR-bestand minder betrouwbaar kunnen zijn. Indien het aantal ongevallen echter voldoende groot is, kunnen statistisch betrouwbare uitkomsten worden verkregen. Het botstype kan als een redelijk betrouwbaar gegeven worden beschouwd; de botssnelheid daarentegen is onbekend. Verder is van de door de

VOR verzamelde ongevallen bekend dat naarmate de ernst van het letsel toeneemt, de betrouwbaarheid van dit gegeven groter is.

In het onderhavige onderzoek kunnen een aantal kenmerken worden onderscheiden die een vergelijking tussen beide typen onderzoeken bemoeilijken:

1. de botssnelheden
2. de fietssnelheden
3. de motorkaphoogten en fronthoeken

De botssnelheid, die van veel invloed is op de letselernst, is bij de simulaties exact bekend. Bij het ongevallenonderzoek is een uitsplitsing naar snelheid volgens het snelheidsregiem ter plaatse van het ongeval gemaakt. Aangetoond is een sterk verband tussen de onderscheiden categorieën en de letselernst. Echter ook binnen deze categorieën kunnen grote snelheidsverschillen manifest zijn. Door uitmiddeling van de snelheden over de onderscheiden klassen frontkenmerken is weliswaar sprake van een lagere en hogere snelheidsregiem, maar niet direct vergelijkbaar met de onderscheiden twee klassen van 30 en 40 km/uur bij de simulaties.

De fietssnelheden. De algemene conclusies van de simulaties zijn gebaseerd op aanrijdingen met stilstaande fietsers. Op basis van twee simulaties met rijdende fietsers (met een snelheid van 20 km/uur) is vastgesteld dat deze botsconditie gunstiger was daar het hoofd niet op de motorkap is beland. In de ongevallenpraktijk zal veelal sprake zijn van rijdende fietsers; aangenomen mag worden dat in diverse gevallen het hoofd naast de motorkap is terecht gekomen.

Bij de simulaties was sprake van een beduidend grotere spreiding van de motorkaphoogte (van 45 t/m 88 cm) dan bij de auto's uit het ongevallenonderzoek (van 60 t/m 80 cm). Dit toont Afbeelding 8 waarin zowel de fronthoogten uit het simulatie-onderzoek als die uit het ongevallenonderzoek zijn ingetekend.

Bij de simulaties blijkt de vertraging van het hoofd bij de hoogste fronthoogte ongeveer 70% lager dan bij het laagste front. Als we in de zone van de fronthoogten uit het ongevallenonderzoek het verschil tussen het hoogste en laagste front bepalen, is de reductie nog "slechts" ca. 30%. De afbeelding heeft betrekking op gesimuleerde aanrijdingen bij 30 km/uur; bij 40 km/uur is sprake van vergelijkbare waarden.

Gesteld kan worden dat bij het ongevallenonderzoek de extremere waarden van frontkenmerken niet in beschouwing konden worden genomen.

Bij de simulaties zijn wel de motorkap hoogten onderzocht, maar geen fronthoeken. De fronthoeken blijven bij de vergelijking tussen de ongeval- en simulatiestudies dan ook buiten beschouwing.

Genoemde verschilpunten wijzen er op dat met de resultaten van het ongevalsonderzoek geen duidelijke bevestiging van de simulatieresultaten verwacht kon worden.

Een punt van overeenstemming is gevonden bij het ongevalsonderzoek in de hogere snelheids categorie (toegestane rij snelheden > 50 km/uur). Binnen deze categorie is de ernst van de aanrijding voor de hogere motorkappen geringer hetgeen ook bij het simulatie-onderzoek is vastgesteld. Wel dient aangegeven te worden dat bij het ongevalsonderzoek het verschil met andere motorkaphoogten niet significant is gebleken.

Het ongevalsonderzoek met exacte waarden van de hedendaagse voertuigfronten heeft in ieder geval aangetoond dat de verschillen erg gering zijn. Dit heeft consequenties voor de wijze waarop letselbeperking bij aanrijdingen van fietsers door personenauto's bereikt kan worden. Gezien de min of meer gelijkvormigheid in hedendaagse frontdimensies, lijkt in de toekomst de kans niet groot dat "winst" kan worden geboekt door hierin verder te differentiëren.

Dit betekent dat enerzijds veeleer naar gunstige vormen van fronten moet worden gezocht: afzonderlijke frontkenmerken zoals motorkaphoogte, fronthoek en bumperhoogte worden geïntegreerd in een vorm die bewerkstelligt dat het lichaam van fietsers bij een aanrijding op een anatomisch verantwoorde wijze door het front wordt afgerold.

Anderzijds kan meer aandacht aan zachte, botsenergie-absorberende fronten worden besteed. Twee aanrakingsplaatsen zijn hierbij essentieel: het voorste punt van de carrosserie in verband met de primaire botsing en de motorkap en (onderrand) voorruit in verband met de secundaire botsing. Studies in het verleden hebben aangetoond dat schokabsorberende fronten in staat zijn de lichaamsvertraging aanzienlijk te reduceren. Hernieuwde aandacht voor deze wijze van letselpreventie is aan te bevelen.

9. CONCLUSIES

Bijna de helft van de aanrijdingen van fietsers door personenauto's is van het botsttype "midden front auto tegen zijkant fiets". Van deze typen ongevallen is aan de hand van een ongevallenonderzoek onderzocht of een relatie tussen de letselernst en bepaalde frontkenmerken kon worden aangetoond.

De analyses zijn verricht met de frontkenmerken motorkaphoogte en fronthoek. De bumperhoogte bleek erg weinig variatie te vertonen waardoor deze buiten de analyse is gehouden.

Alleen bij de fronthoek gaven de klassen bij de verdeling naar letselernst significante verschillen te zien. De richting is echter niet duidelijk: zowel de meest steile hoeken als de flauwere hoeken geven het hoogste percentage ernstig gewonden. De klassen van de motorkaphoogte toonden daarentegen geen significant verschil met de letselernst. Als indicatie kan worden gegeven dat bij de lagere snelheden de lagere motorkappen wat gunstiger zijn. Bij de hogere snelheden zijn het juist de hogere motorkappen die een wat gunstiger resultaat geven; dit was ook het geval bij het simulatie-onderzoek.

De snelheid (maximum toelaatbare snelheid ter plaatse van het ongeval) blijkt van veel invloed op de afloop van het ongeval te zijn.

Bevestigd is dat de resultaten van het ongevallenonderzoek zich vanwege ongewisheid over met name rij- en botssnelheden moeilijk laten vergelijken met de resultaten van de simulaties.

Uit het ongevallenonderzoek is naar voren gekomen dat de spreiding in motorkaphoogte in het bestaande voertuigenpark gering is. Dit betekent dat de mogelijkheden voor een veiliger front beperkt zijn. Integratie van frontdelen als motorkap, grill en bumper in een vorm die bewerkstelligt dat het lichaam van fietsers bij een aanrijding op een anatomisch verantwoorde wijze door het front wordt afgerold, wordt als oplossing gezien. Momenteel vindt mathematisch onderzoek naar een meer ideale vorm plaats. Een andere mogelijkheid voor een botsvriendelijker front is de toepassing van zachte materialen voor het reduceren van het niveau van de optredende vertragingen. Aanbevolen wordt hier nieuw de aandacht aan te schenken.

LITERATUUR

Ashton, S.J. & Mackay, G.M. (1981). Car design for pedestrian injury minimization. The Voice of Pedestrian XV. International Federation of Pedestrians.

Backaitis, S.H. (1990). Accident reconstruction technologies - pedestrians & motorcycles in automotive collisions. SAE PT-35.

Goudswaard, A.P. & Jansen, E.G. (1990). Compatibility study. TNO-Report No. 75405005. TNO Road-Vehicles Research Institute, Delft.

Harkema, A.E.C. & Staal, P.A.G. (1991). Statistisch onderzoek naar de invloed van het front van de personenwagen op de letselernst van de fietser bij botsingen tussen beide. Rapport Afstudeeropdracht 1991. Hogeschool Gelderland, Technische Faculteit, Afdeling Autotechniek te Apeldoorn.

Huijbers, J.J.W. (1988a). Mathematisch en experimentele simulaties van botsingen tussen personenauto's en tweewielers. R-88-42. SWOV, Leidschendam.

Huijbers, J.J.W. (1988b). Letselpreventie-onderzoek gericht op fietsers en bromfietsers; theorie en praktijk. R-88-39. SWOV, Leidschendam.

Huijbers, J.J.W. & Kampen, L.T.B. van (1985). Schatting van het effect van letselpreventie maatregelen voor voetgangers, fietsers en bromfietsers bij botsingen met personenauto's. R-85-36. SWOV, Leidschendam.

Oorschot, E. & Janssen, E.G. (1987). Mathematical and experimental simulations of vehicle-cyclist impacts. TNO-Report No. 700531175. TNO Road-Vehicles Research Institute, Delft.

Otte, D. (1989). Injury mechanism and crash kinematic of cyclists in accidents; An analysis of real accidents. Proceedings 33th STAPP Car Crash Conference.

Schoon, C.C. (1991). Nadere analyses van mathematische simulaties van botsingen tussen auto's en fietsen. R-91-55. SWOV, Leidschendam.

Steen, S.S.A. van der & Groot, R.R.M. de (1992). Koppeling Verkeersongevallenregistratie en Landelijke Medische Registratie. SIG Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg.

AFBEELDINGEN 1 T/M 8

Afbeelding 1. Definitie van de variabelen van het SWOV-bestand van front-kenmerken.

Afbeelding 2. Parameters voor de dimensionering van het voertuigfront (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).

Afbeelding 3. Referentielijnen op motorkap en bumper de zogenaamde "bonnet leading edge line" en "bumper reference line" (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).

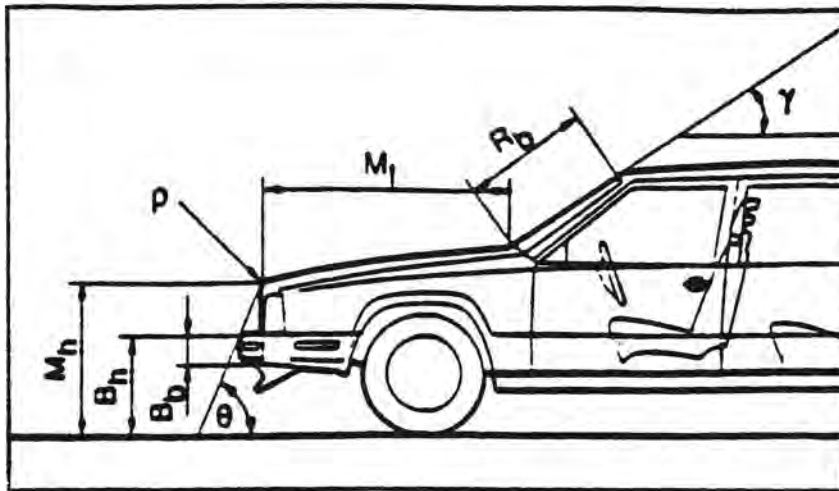
Afbeelding 4. Methode ter bepaling van referentielijnen (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).

Afbeelding 5. Codering van de letselplaatsen gebruikt bij de analyse van de 978 VOR-ongevallen.

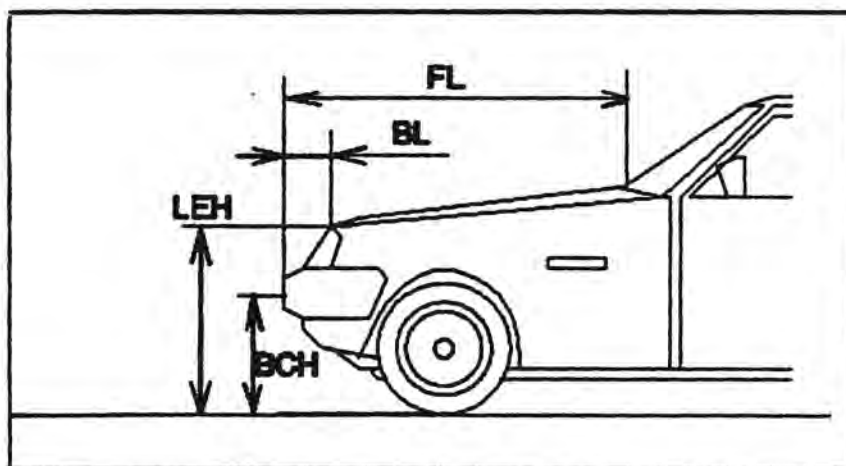
Afbeelding 6. Codering van de schadeplaatsen gebruikt bij de analyse van de 978 VOR-ongevallen.

Afbeelding 7. Meetinstrument gehanteerd bij de bepaling van frontdimensies.

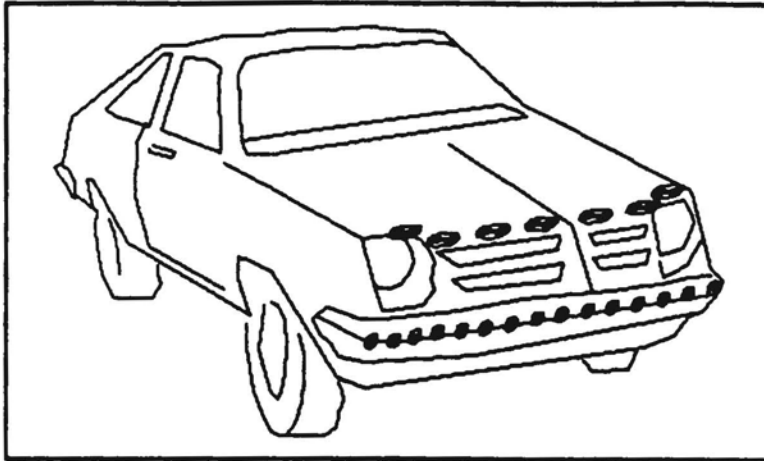
Afbeelding 8. Spreiding in motorkaphoogten bij de mathematische simulaties uitgevoerd in 1987 en bij personenauto's van de VOR-ongevallen (oorspronkelijke afbeelding uit Schoon, 1991).



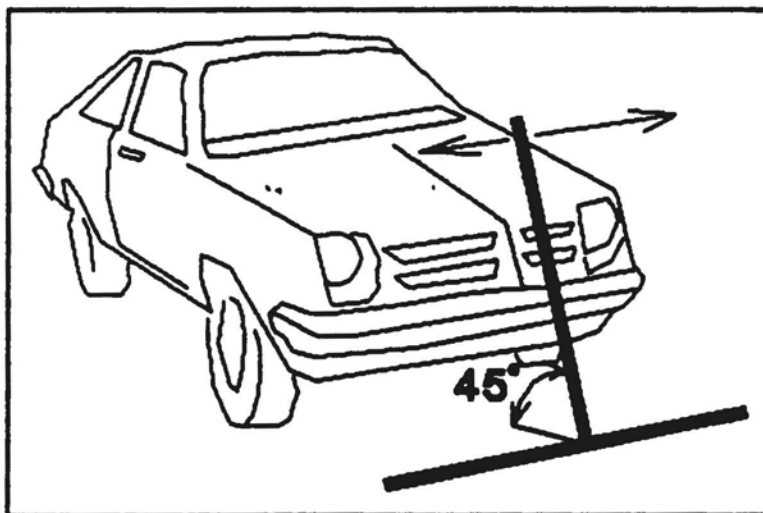
Afbeelding 1. Definitie van de variabelen van het SWOV-bestand van front-kenmerken.



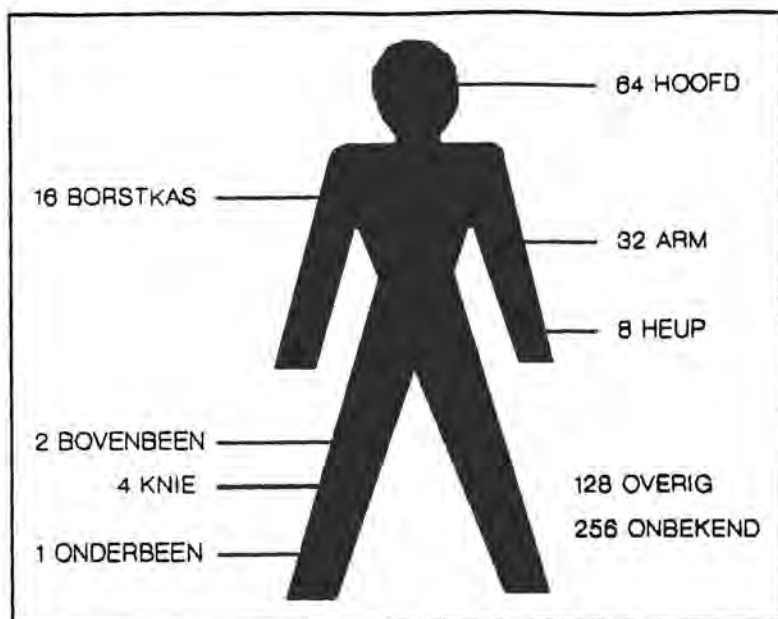
Afbeelding 2. Parameters voor de dimensionering van het voertuigfront (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).



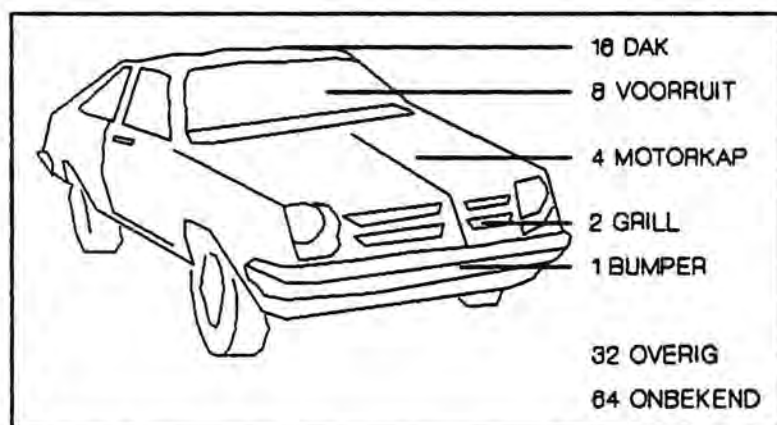
Afbeelding 3. Referentielijnen op motorkap en bumper de zogenaamde "bonnet leading edge line" en "bumper reference line" (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).



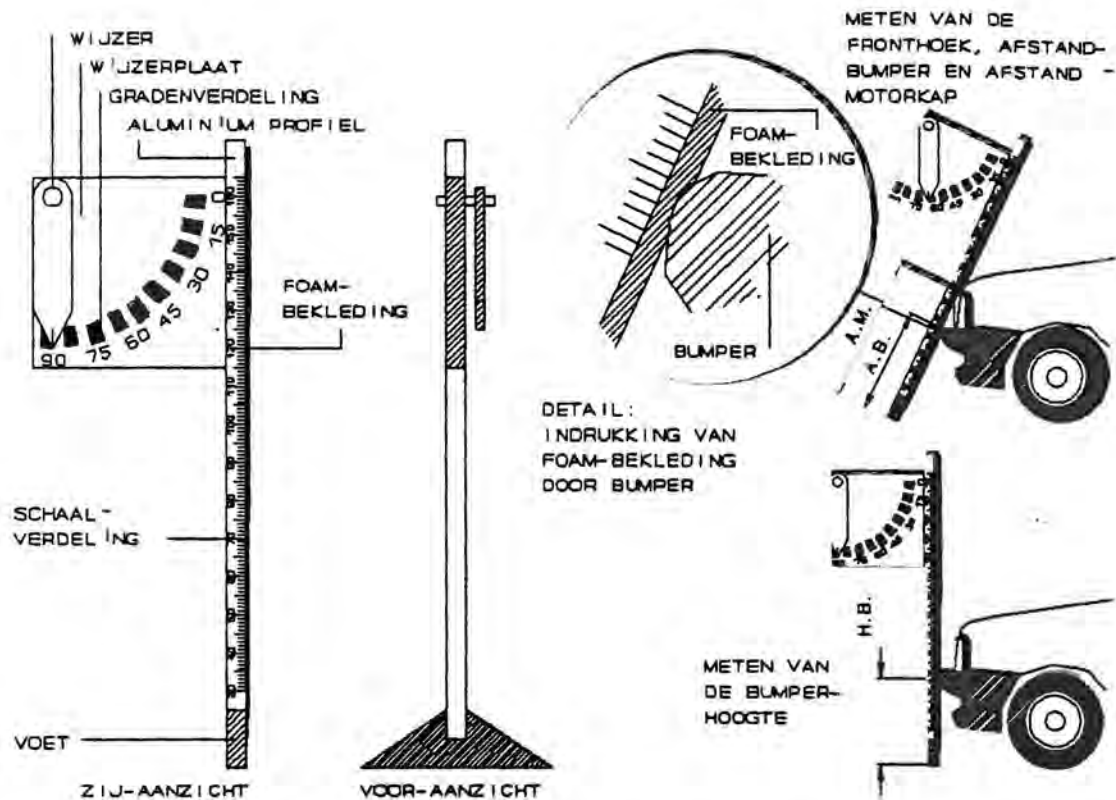
Afbeelding 4. Methode ter bepaling van referentielijnen (Bron: Goudswaard & Jansen, 1990).



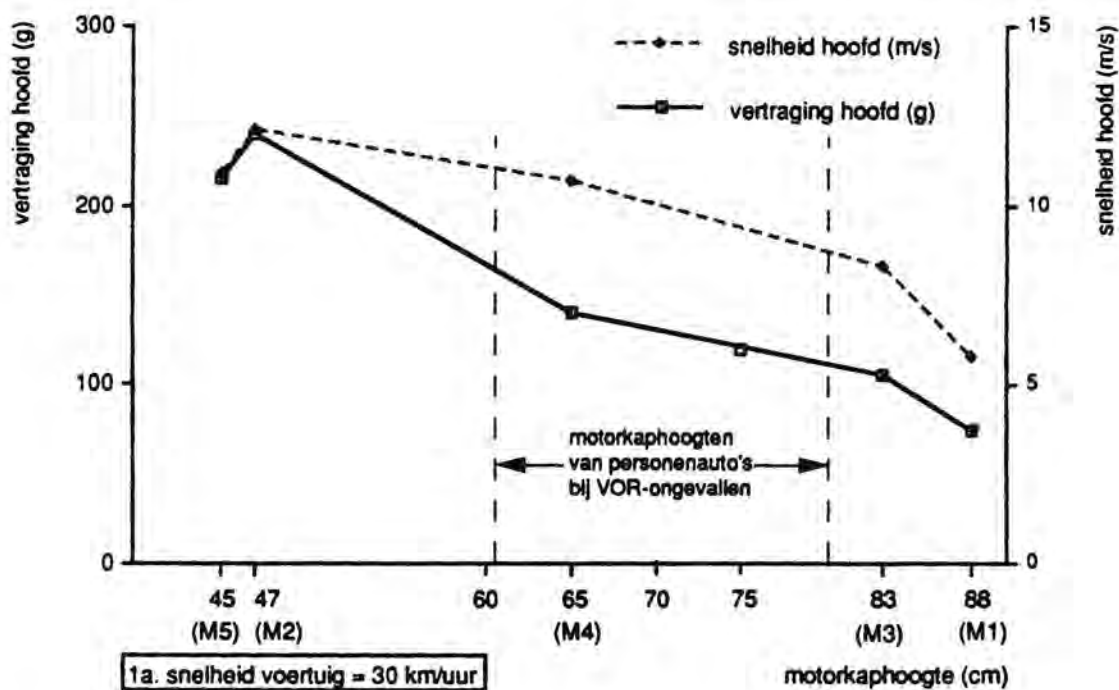
Afbeelding 5. Codering van de letselplaatsen gebruikt bij de analyse van de 978 VOR-ongevallen.



Afbeelding 6. Codering van de schadeplaatsen gebruikt bij de analyse van de 978 VOR-ongevallen.



Afbeelding 7. Meetinstrument gehanteerd bij de bepaling van frontdimensies.



Afbeelding 8. Spreiding in motorkaphoogten bij de mathematische simulaties uitgevoerd in 1987 en bij personenauto's van de VOR-ongevallen (oorspronkelijke afbeelding uit Schoon, 1991).

BIJLAGEN 1 T/M 4

Bijlage 1. Ontwikkeling van de verkeersonveiligheid.

Bijlage 2. Voertuigenbestand.

Bijlage 3. Verdeling aantal voertuigen naar fronthoek en motorkaphoogte.
(N = 823).

Bijlage 4. Kruistabel fronthoek * motorkaphoogte, voor maximum-snelheids-
categorie en letselernst.

Bijlage 1.

Ontwikkeling van de verkeersonveiligheid.

N.B. Cijfers in de cellen zijn aantallen verkeersslachtoffers in Nederland.

TYPE SLACHTOFFER: ALLE TYPEN SLACHTOFFERS
LETSELERNST SLACHTOFFER: OVERLEDEN

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
	1527	1485	1366	1456	1376

TYPE SLACHTOFFER: ALLE TYPEN SLACHTOFFERS
LETSELERNST SLACHTOFFER: OPGENOMEN IN ZIEKENHUIS

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
TOTAAL	14706	13966	13644	13660	13657

TYPE SLACHTOFFER: ALLE TYPEN SLACHTOFFERS
LETSELERNST SLACHTOFFER: OVERIG LETSEL

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
TOTAAL	35497	35240	34337	36693	38207

TYPE SLACHTOFFER: FIETSER
LETSELERNST SLACHTOFFER: OVERLEDEN

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
TEGENPARTIJ: GEEN	8	6	7	9	12
PERS. AUTO	187	174	151	183	153
ZWAAR VOERTUIG	77	103	101	103	107
MOTOR	6	3	4	7	6
BROMFIETS	8	6	8	10	13
FIETS	8	7	4	6	4
VOETGANGER			1		
OVERIG	10	5	3	4	1
GECOMPLICEERD	7	7	3	10	8
TOTAAL	311	311	282	332	304

**TYPE SLACHTOFFER: FIETSER
LETSELERNST SLACHTOFFER: OPGENOMEN IN ZIEKENHUIS**

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
TEGENPARTIJ: GEEN	454	364	315	365	432
PERSONENAUTO	1905	1801	1776	1973	1740
ZWAAR VOERTUIG	306	334	326	377	395
MOTOR	66	44	47	64	67
BROMFIETS	325	292	315	324	319
FIETS	217	171	189	226	237
VOETGANGER	33	15	30	28	19
OVERIG	31	13	30	29	26
GECOMPLICEERD	80	58	45	58	42
TOTAAL	3417	3092	3073	3444	3277

**TYPE SLACHTOFFER: FIETSER
LETSELERNST SLACHTOFFER: OVERIG LETSEL**

JAAR	1986	1987	1988	1989	1990
TEGENPARTIJ: GEEN	1240	1133	1062	1203	1195
PERSONENAUTO	4498	4339	4305	4927	5048
ZWAAR VOERTUIG	618	627	648	772	754
MOTOR	94	82	102	123	120
BROMFIETS	1063	1070	1105	1235	1209
FIETS	611	559	558	761	774
VOETGANGER	77	72	75	109	117
OVERIG	87	92	77	100	114
GECOMPLICEERD	284	230	249	339	234
TOTAAL	8572	8204	8181	9569	9565

Biilage 2.

Voertuigenbestand.

	MERK	TYPE	CODE	OPMERKINGEN	GEMAAKT	VANAF	GEMAAKT	TOT	FRONTTYPE
					MAAND	JAAR	MAAND	JAAR	
1	OPEL	KADETT 1	KA1		1	10	7	77	1
2	OPEL	KADETT 2	KA2		7	77	9	79	1
3	OPEL	KADETT 3	KA3		9	79	9	84	2
4	OPEL	KADETT 4	KA4		9	84	12	99	4
5	OPEL	ASCONA 1	AS1		1	10	7	75	1
6	OPEL	ASCONA 2	AS2		7	75	9	81	1
7	OPEL	ASCONA 3	AS3		9	81	12	99	2
8	OPEL	CORSA 1	CO1		1	10	8	90	4
9	OPEL	CORSA 2	CO2		8	90	12	90	1
10	OPEL	REKORD 1	RE1		1	10	11	77	1
11	OPEL	REKORD 3	RE3		1	10	11	77	3
12	OPEL	REKORD 2	RE2		11	77	11	82	4
13	OPEL	VECTRA	VE		1	10	12	99	2
14	OPEL	SENATOR 1	SE1		1	77	2	83	2
15	OPEL	SENATOR 2	SE2		2	83	12	99	2
16	OPEL	MANTA 2	MA2		1	10	12	99	2
17	OPEL	OMEGA	OM		9	87	12	87	3
18	AUTO UNION	80 1	833121		1	10	10	86	1
19	AUTO UNION	80 2	AUDI 8		10	86	12	99	4
20	AUTO UNION	100 1	435261		1	10	10	82	1
21	AUTO UNION	100 2	AUDI 1		10	82	12	99	1
22	BMW	3-SERIE 1	31		1	10	1	83	1
23	BMW	3-SERIE 2	32		1	83	12	91	1
24	BMW	5-SERIE 1	51		0	10	12	87	1
25	BMW	5-SERIE 2	52		12	87	12	99	4
26	BMW	2002	2		1	10	12	99	1
27	BMW	1602	1		1	10	12	99	1
28	BMW	7-SERIE 1	71		1	10	9	86	1
29	BMW	7-SERIE 2	72		9	86	12	99	1
30	DAIHATSU	CHARADE 1	CH1		1	10	4	85	4
31	DAIHATSU	CHARADE 2	CH2		4	85	4	87	3
32	DAIHATSU	CHARADE 3	CH3		4	87	12	99	4
33	DAIHATSU	CUORE 1	CU1		1	10	11	80	4
34	DAIHATSU	CUORE 2	CU2		11	80	11	85	4
35	DAIHATSU	CUORE	CU3		1	10	12	99	4
36	DATSUN	SUNNY 1	SUNN		1	10	8	86	1
37	DATSUN	BLUE-BIRD 1	BL1		1	10	4	84	1
38	DATSUN	BLUE-BIRD 2	BL2		4	84	12	99	2
39	FORD	SIERRA	SI		1	10	12	99	3
40	FORD	ESCORT 1	ES1		1	10	9	80	1
41	FORD	ESCORT 2	ES2		9	80	1	86	4
42	FORD	ESCORT 3	ES3		1	86	12	99	4
43	FORD	FIESTA 1	FI1		1	10	8	83	1
44	FORD	FIESTA 2	FI2		8	83	3	89	4
45	FORD	FIESTA 3	FI3		3	89	12	99	1
46	FORD	TAUNUS	TA		1	10	12	99	1
47	FORD	SCORPIO	SC		1	10	12	99	2
48	FORD	GRANADA	GR		1	10	12	99	1
49	HONDA	CIVIC 1	C11		1	10	11	83	1
50	HONDA	CIVIC 2	C12		11	83	11	87	3
51	HONDA	CIVIC 3	C13		11	87	12	99	3
52	HONDA	QUINTET	QU		1	10	12	99	1
53	HONDA	INTEGRA	IN		1	10	12	99	3
54	HONDA	ACCORD 1	AC1		1	10	12	81	4
55	HONDA	ACCORD 2	AC2		12	81	11	89	3
56	HONDA	ACCORD 3	AC3		11	89	12	99	3
57	HONDA	PRELUDE 1	PR1		1	10	2	83	4
58	HONDA	PRELUDE 2	PR2		2	83	12	99	3
59	MAZDA	323 1	321		1	10	11	80	4
60	MAZDA	323 2	322		11	80	7	87	4
61	MAZDA	323 3	323		7	87	10	89	2
62	MAZDA	323 4	324		10	89	12	99	3
63	MAZDA	626 1	621		1	10	10	80	1
64	MAZDA	626 2	622		10	80	10	85	4
65	MAZDA	626 3	623		10	85	3	90	3
66	MAZDA	626 4	624		3	90	12	99	2
67	MAZDA	929	92		1	10	12	99	1
68	MERCEDES	W 123	240	= W123	1	10	7	85	1
69	MERCEDES	W 123	250	= W123	1	10	7	85	1
70	MERCEDES	W124	260	= W124	7	85	12	99	1

71	MERCEDES	W124	200	= W124	7	85	12	99	1
72	MERCEDES	W124	300	= W124	7	85	12	99	1
73	MERCEDES	190	190	= 190	1	10	12	99	1
74	MERCEDES	190	1900	= 190	1	10	12	99	1
75	mitsubishi	COLT 1	CO1		3	10	3	84	3
76	mitsubishi	COLT 2	CO2		3	84	7	88	3
77	mitsubishi	COLT 3	CO3		7	88	12	99	4
78	mitsubishi	LANCER 1	LA1		1	10	3	84	1
79	mitsubishi	LANCER 2	LA2		3	84	7	88	1
80	mitsubishi	LANCER 3	LA3		7	88	12	99	2
81	mitsubishi	TREDIA	TR		1	10	12	99	3
82	mitsubishi	GALANT 1	GA1		1	10	8	80	1
83	mitsubishi	GALANT 2	GA2		8	80	8	84	2
84	mitsubishi	GALANT 3	GA3		8	84	8	88	3
85	mitsubishi	GALANT 4	GA4		8	88	12	99	4
86	RENAULT	5 1	51		1	10	7	87	1
87	RENAULT	5 2	52		7	87	12	99	4
88	RENAULT	11	11		1	10	12	99	1
89	RENAULT	14	14		1	10	12	99	1
90	RENAULT	18	18		1	10	12	99	1
91	RENAULT	19	19		1	10	12	99	3
92	RENAULT	20	20		1	10	12	99	1
93	RENAULT	21	21		1	10	12	99	1
94	RENAULT	25	25		1	10	12	99	1
95	RENAULT	FUEGO	FU		1	10	12	99	1
96	SUZUKI	ALTO	AL		1	10	12	99	2
97	SUZUKI	SWIFT 1	SW1		1	10	8	86	2
98	SUZUKI	SWIFT 2	SW2		8	86	12	88	2
99	SUZUKI	SWIFT 3	SW3		12	88	12	99	3
100	TOYOTA	STARLET 1	ST1		1	10	9	80	1
101	TOYOTA	STARLET 2	ST2		9	80	12	82	1
102	TOYOTA	STARLET 4	ST4		12	84	3	90	2
103	TOYOTA	STARLET 5	ST5		3	90	12	99	3
104	TOYOTA	COROLLA 1	CO1		1	10	7	83	1
105	TOYOTA	COROLLA 2	CO2		7	83	9	87	3
106	TOYOTA	COROLLA 3	CO3		9	87	12	99	3
107	TOYOTA	TERCEL 1	TE1		1	10	2	81	1
108	TOYOTA	TERCEL 2	TE2		2	81	8	82	2
109	TOYOTA	TERCEL 3	TE3		8	82	12	99	1
110	TOYOTA	CARINA 1	CAR1		1	10	2	80	1
111	TOYOTA	CARINA 2	CAR2		2	80	1	84	1
112	TOYOTA	CARINA 3	CAR3		1	84	3	88	2
113	TOYOTA	CARINA 4	CAR4		3	88	12	99	3
114	TOYOTA	CELICA 1	CE1		1	10	3	80	2
115	TOYOTA	CELICA 2	CE2		3	80	12	81	2
116	TOYOTA	CELICA 3	CE3		12	81	12	85	2
117	TOYOTA	CELICA 4	CE4		12	85	12	89	3
118	TOYOTA	CELICA 5	CE5		12	89	12	99	3
119	TOYOTA	CAMRY 1	CAM		1	10	12	86	1
120	VOLKSWAGEN	POLO 1	PO1		1	10	11	81	1
121	VOLKSWAGEN	POLO 2	PO2		11	81	12	99	4
122	VOLKSWAGEN	GOLF 1	GO1	= GOLF 1	11	10	12	83	1
123	VOLKSWAGEN	GOLF 1	17	= GOLF 1	11	10	12	83	1
124	VOLKSWAGEN	GOLF 2	GO2		9	83	12	99	1
125	VOLKSWAGEN	PASSAT 1	PA1		1	10	7	77	1
126	VOLKSWAGEN	PASSAT 2	32		7	77	11	80	1
127	VOLKSWAGEN	PASSAT 3	PA3		11	80	8	81	1
128	VOLKSWAGEN	PASSAT 4	PA4		8	81	1	85	1
129	VOLKSWAGEN	PASSAT 5	PA5		1	85	12	99	1
130	VOLKSWAGEN	KEVER	12	= KEVER '11'	1	10	12	99	3
131	VOLKSWAGEN	KEVER	11	= KEVER '12'	1	10	12	99	3
132	VOLKSWAGEN	JETTA 1	JE1		11	10	12	83	1
133	VOLKSWAGEN	JETTA 1	16	HEEFT NEUS GOLF 1	11	10	12	83	1
134	VOLKSWAGEN	JETTA 2	JE2	HEEFT NEUS GOLF 2	9	83	12	99	1
135	NISSAN	SUNNY	SU		1	10	12	99	2
136	NISSAN	MICRA	MI		1	10	12	99	2
137	NISSAN	PRIMERA	PR		1	10	12	99	4
138	NISSAN	MAXIMA	MA		1	10	12	99	3
139	NISSAN	BLUE-BIRD 2	BL2		1	10	12	99	1
140	NISSAN	CHERRY	CH		1	10	12	99	1
141	NISSAN	LAUREL	LA		1	10	12	99	1
142	DATSUN	STANZA	STAN		1	10	12	99	1
143	DATSUN	CHERRY	CHER		1	10	12	99	1
144	DATSUN	SUNNY	SUNN		1	10	12	99	1
145	VOLVO	340	340		1	10	12	99	2
146	VOLVO	343	343	= 343	1	10	12	99	2
147	VOLVO	343	3435	= 343	1	10	12	99	2

148	VOLVO	360	360	1	10	12	99	2
149	VOLVO	440	440	1	10	12	99	2
150	VOLVO	240	240	1	10	12	99	1
151	VOLVO	244	244	1	10	12	99	1
152	VOLVO	740	740	1	10	12	99	1
153	VOLVO	64	6429	1	10	12	99	1
154	VOLVO	64	6439	1	10	12	99	1
155	VOLVO	66	6653	1	10	12	99	1
156	FIAT	PANDA	PAND	1	10	12	99	1
157	FIAT	UNO	UNO	1	10	12	99	4
158	FIAT	127	127	1	10	12	99	1
159	FIAT	128	128-	1	10	12	99	4
160	FIAT	131	131	1	10	12	99	1
161	FIAT	TIPO	TIPO	1	10	12	99	1
162	FIAT	ARGENTA	ARGE	1	10	12	99	1
163	FIAT	RITMO	RITM	1	10	12	99	2
164	FIAT	REGATTA	REGA	1	10	12	99	2
165	FIAT	CROMA	CROM	1	10	12	99	1
166	PEUGEOT	205	205	1	10	12	99	2
167	PEUGEOT	305	305	1	10	12	99	4
168	PEUGEOT	505	505	1	10	12	99	1
169	PEUGEOT	405	405	1	10	12	99	2
170	PEUGEOT	309	309	1	10	12	99	4
171	PEUGEOT	504	504	1	10	12	99	1
172	PEUGEOT	104	104	1	10	12	99	1
173	ALFA ROMEO	33	ALFA 3	1	10	12	99	4
174	ALFA ROMEO	75	ALFA 7	1	10	12	99	4
175	ALFA ROMEO	2000	2000 S	1	10	12	99	1
176	CITROEN	VISA	VISA	1	10	12	99	2
177	CITROEN	BX	BX = BX	1	10	12	99	2
178	CITROEN	BX	BX 1 = BX	1	10	12	99	2
179	CITROEN	BX	BX K = BX	1	10	12	99	2
180	CITROEN	AX	AX 1 = AX	1	10	12	99	3
181	CITROEN	AX	AX I = AX	1	10	12	99	3
182	CITROEN	AX	AX K = AX	1	10	12	99	3
183	CITROEN	2CV	2CV6	1	10	12	99	3
184	CITROEN	GSA	GSA = GSA	1	10	12	99	4
185	CITROEN	GSA	GSA- = GSA	1	10	12	99	4
186	CITROEN	CX	CX P	1	10	12	99	3
187	CITROEN	XM	XM A = XM	1	10	12	99	3
188	CITROEN	XM	XM V = XM	1	10	12	99	3
189	LADA	2107	2107 = 2105	1	10	12	99	1
190	LADA	2105	= 2107	1	10	12	99	1
191	LADA	1200	1200	1	10	12	99	1
192	LADA	1500	1500	1	10	12	99	1
193	SEAT	MALAGA	MALA	1	10	12	99	1
194	SEAT	IBIZA	IBIZ	1	10	12	99	1
195	SEAT	FURA	FURA	1	10	12	99	1
196	SEAT	MARBELLA	MARB	1	10	12	99	1
197	SEAT	RONDA	ROND	1	10	12	99	2
198	LANCIA	BETA	BETA	1	10	12	99	1
199	LANCIA	THEMA	THEM	1	10	12	99	2
200	TRIUMPH	2500	2500	1	10	12	99	1
201	TRIUMPH	ACCLAIM	ACCL	1	10	12	99	1
202	TRIUMPH	TR7	TR 7	1	10	12	99	3
203	SUBARU	MINI JUMBO	MINI	1	10	12	99	1
204	SUBARU	LEGACY	LEGA	1	10	12	99	2
205	SUBARU	JUSTY	JUST	1	10	12	99	3
206	SAAB	99	99GL	1	10	12	99	2
207	SAAB	900	900 = 900	1	10	12	99	2
208	SAAB	900	900G = 900	1	10	12	99	2
209	SAAB	900	900I = 900	1	10	12	99	2
210	TALBOT	1100	1100	1	10	12	99	1
211	TALBOT	HORIZON	HORI	1	10	12	99	1
212	TALBOT	TAGORA	TAGO	1	10	12	99	1
213	TALBOT	SAMBA	SAMB	1	10	12	99	1
214	AUSTIN	MINI	MINI	1	10	12	99	3
215	AUSTIN	MAESTRO	MAES	1	10	12	99	1
216	AUSTIN	MONTEGO	MONT	1	10	12	99	1

Biilage 4.

KRUISTABEL FRONTHOEK * MOTORKAPHOOGTE, VOOR MAXIMUM
SNELHEIDSCATEGORIE EN LETSELERNST.

TABLE 1 OF FHOEK BY KAPHOOG
CONTROLLING FOR MAXSNE=V<50 KM/H ERNSTSL=OVERLEDEN/OPGENO

FHOEK	KAPHOOG					Total
	61 T/M 6 8 CM	69 T/M 7 0 CM	71 T/M 7 2 CM	73 T/M 7 4 CM	75 T/M 8 0 CM	
35 T/M 59 GRD.	2 0.95 3.57 8.33	7 3.32 12.50 17.50	13 6.16 23.21 33.33	6 2.84 10.71 12.00	28 13.27 50.00 48.28	56 26.54
60 T/M 65 GRD.	9 4.27 25.71 37.50	7 3.32 20.00 17.50	11 5.21 31.43 28.21	8 3.79 22.86 16.00	0 0.00 0.00 0.00	35 16.59
66 T/M 69 GRD.	3 1.42 8.33 12.50	12 5.69 33.33 30.00	12 5.69 33.33 30.77	2 0.95 5.56 4.00	7 3.32 19.44 12.07	36 17.06
70 T/M 72 GRD.	9 4.27 27.27 37.50	14 6.64 42.42 35.00	1 0.47 3.03 2.56	7 3.32 21.21 14.00	2 0.95 6.06 3.45	33 15.64
73 T/M 90 GRD.	1 0.47 1.96 4.17	0 0.00 0.00 0.00	2 0.95 3.92 5.13	27 12.80 52.94 54.00	21 9.95 41.18 36.21	51 24.17
Total	24 11.37	40 18.96	39 18.48	50 23.70	58 27.49	211 100.00

Frequency Missing = 31

TABLE 2 OF FHOEK BY KAPHOOG
 CONTROLLING FOR MAXSNE=V<50 KM/H ERNSTSL=NIET OPGENOMEN

FHOEK	KAPHOOG					Total
Frequency	61 T/M 6	69 T/M 7	71 T/M 7	73 T/M 7	75 T/M 8	
Percent	8 CM	0 CM	2 CM	4 CM	0 CM	
Row Pct						
Col Pct						
35 T/M 59 GRD.	8	16	15	17	25	81
	1.80	3.60	3.38	3.83	5.63	18.24
	9.88	19.75	18.52	20.99	30.86	
	14.55	17.20	17.44	16.04	24.04	
60 T/M 65 GRD.	12	24	36	17	3	92
	2.70	5.41	8.11	3.83	0.68	20.72
	13.04	26.09	39.13	18.48	3.26	
	21.82	25.81	41.86	16.04	2.88	
66 T/M 69 GRD.	5	29	27	5	22	88
	1.13	6.53	6.08	1.13	4.95	19.82
	5.68	32.95	30.68	5.68	25.00	
	9.09	31.18	31.40	4.72	21.15	
70 T/M 72 GRD.	30	24	3	18	23	98
	6.76	5.41	0.68	4.05	5.18	22.07
	30.61	24.49	3.06	18.37	23.47	
	54.55	25.81	3.49	16.98	22.12	
73 T/M 90 GRD.	0	0	5	49	31	85
	0.00	0.00	1.13	11.04	6.98	19.14
	0.00	0.00	5.88	57.65	36.47	
	0.00	0.00	5.81	46.23	29.81	
Total	55	93	86	106	104	444
	12.39	20.95	19.37	23.87	23.42	100.00

Frequency Missing = 92

TABLE 3 OF FHOEK BY KAPHOOG
 CONTROLLING FOR MAXSNE=V>50 KM/H ERNSTSL=OVERLEDEN/OPGENO

FHOEK	KAPHOOG					Total
Frequency Percent Row Pct Col Pct	61 T/M 6 8 CM	69 T/M 7 0 CM	71 T/M 7 2 CM	73 T/M 7 4 CM	75 T/M 8 0 CM	
35 T/M 59 GRD.	0 0.00 0.00 0.00	1 1.61 16.67 5.56	1 1.61 16.67 10.00	3 4.84 50.00 20.00	1 1.61 16.67 12.50	6 9.68
60 T/M 65 GRD.	1 1.61 9.09 9.09	4 6.45 36.36 22.22	3 4.84 27.27 30.00	3 4.84 27.27 20.00	0 0.00 0.00 0.00	11 17.74
66 T/M 69 GRD.	1 1.61 9.09 9.09	4 6.45 36.36 22.22	2 3.23 18.18 20.00	0 0.00 0.00 0.00	4 6.45 36.36 50.00	11 17.74
70 T/M 72 GRD.	9 14.52 39.13 81.82	9 14.52 39.13 50.00	2 3.23 8.70 20.00	2 3.23 8.70 13.33	1 1.61 4.35 12.50	23 37.10
73 T/M 90 GRD.	0 0.00 0.00 0.00	0 0.00 0.00 0.00	2 3.23 18.18 20.00	7 11.29 63.64 46.67	2 3.23 18.18 25.00	11 17.74
Total	11 17.74	18 29.03	10 16.13	15 24.19	8 12.90	62 100.00

Frequency Missing = 16

TABLE 4 OF FHOEK BY KAPHOOG
 CONTROLLING FOR MAXSNE=V>50 KM/H ERNSTSL=NIET OPGENOMEN

FHOEK	KAPHOOG					
Frequency	61 T/M 6	69 T/M 7	71 T/M 7	73 T/M 7	75 T/M 8	
Percent	8 CM	0 CM	2 CM	4 CM	0 CM	Total
Row Pct						
Col Pct						
35 T/M 59 GRD.	1	2	5	1	1	10
	1.61	3.23	8.06	1.61	1.61	16.13
	10.00	20.00	50.00	10.00	10.00	
	11.11	18.18	29.41	6.67	10.00	
60 T/M 65 GRD.	3	1	4	7	1	16
	4.84	1.61	6.45	11.29	1.61	25.81
	18.75	6.25	25.00	43.75	6.25	
	33.33	9.09	23.53	46.67	10.00	
66 T/M 69 GRD.	2	5	6	1	4	18
	3.23	8.06	9.68	1.61	6.45	29.03
	11.11	27.78	33.33	5.56	22.22	
	22.22	45.45	35.29	6.67	40.00	
70 T/M 72 GRD.	3	3	2	5	2	15
	4.84	4.84	3.23	8.06	3.23	24.19
	20.00	20.00	13.33	33.33	13.33	
	33.33	27.27	11.76	33.33	20.00	
73 T/M 90 GRD.	0	0	0	1	2	3
	0.00	0.00	0.00	1.61	3.23	4.84
	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67	
	0.00	0.00	0.00	6.67	20.00	
Total	9	11	17	15	10	62
	14.52	17.74	27.42	24.19	16.13	100.00

Frequency Missing = 9