

EEN HELM VOOR FIETSERS?

Een literatuurstudie naar het mogelijke effect van het dragen van een helm door fietsers op aantal en ernst van letsels bij verkeersongevallen.

R-85-37

Ir. J.J.W. Huijbers & Mw. G. Schalekamp

Leidschendam, 1985

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Om een antwoord te krijgen op de vraag wat het effect zou zijn van het dragen van een helm door fietsers, is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Het dragen van een helm door fietsers zou één van de mogelijke aanbevelingen kunnen zijn op grond van de resultaten van letselpreventie-onderzoek. Het positieve effect van het dragen van een helm door bromfietsers en motorrijders, zoals dat is vastgesteld, lijkt hiervoor voldoende aanwijzingen te geven.

Er zijn echter ook andere aanbevelingen denkbaar die een soortgelijk effect kunnen sorteren. Te denken valt hierbij aan het veranderen van de buitenkant van personenauto's, de meest frequent voorkomende botspartner van fietsers.

In dit rapport is getracht op basis van gegevens uit de literatuur antwoord te geven op vraag betreffende het nut van helmen. Vooral bedoeld om individuele (toer)fietsers te helpen bij de keuze een helm te dragen of niet. De relevante literatuur is gezocht via de International Road Research Documentation (IRRD) en in de SWOV-bibliotheek.

Met betrekking tot het onderwerp bleek weinig gepubliceerd te zijn. Veel publikaties bleken uitsluitend gebaseerd op laboratoriumproeven. Slechts enkele verschaften cijfermatig inzicht in de mogelijke bescherming die een helm fietsers kan bieden.

Het is opvallend dat het enige onderzoek waarin op een zinnige wijze een effect is berekend door groepen dragers en niet-dragers met elkaar te vergelijken, afkomstig is uit Australië, een land waar slechts 2% van het aantal gewonde of overleden verkeersdeelnemers uit fietsers bestaat, terwijl in Nederland waar dit ruim 20% bedraagt niets over het nut van een fietserhelm bekend is! In het Australische onderzoek wordt aangetoond dat door het dragen van een helm door fietsers de kans op hoofdletsel ten gevolge van een ongeval afneemt. De mate waarin dit gebeurt hangt af van het type helm.

Uit onderzoeken naar het draagcomfort blijken er maar één of twee van de op dit moment verkrijgbare helmen te zijn die fietsers met plezier dragen, want koeling en gewicht van de helm zijn voor fietsers belangrijke factoren.

A HELMET FOR CYCLISTS ?

SUMMARY

To answer the question what the effect would be of wearing a helmet by cyclists a literature research was carried out.

To use a helmet might be a recommendation to further the safety of cyclists. An other possible recommendation might be the change of the outside body of cars to make them cause less harm in case of a collision, cars being the most frequent collision partners of cyclists.

Very few publications were found on the use of a helmet by cyclists, both in IRRD and in the SWOV library, most of them based on laboratory experiments on helmets. Striking is that the only research calculating the effect by the comparison of users and non-users, has been done in Australia, where only 2% of the traffic victims consist of cyclists. In the Netherlands where the share of bicyclists is more then 20% no study has been undertaken yet.

Only one or two existing helmets are worn with pleasure by cyclists, because weight and cooling are important factors.

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding
2. Ongevallengegevens
 - 2.1. Inleiding
 - 2.2. Aantallen
 - 2.3. Type ongeval
 - 2.4. Beschrijving van de letsels
 - 2.5. Beschrijving van de contactplaatsen
 - 2.6. Samenvatting
3. Effectiviteit van helmen
 - 3.1. Inleiding
 - 3.2. Een globale beschrijving van de bij onderzoeken gebruikte helmen
 - 3.3. Positieve effecten volgens de literatuur
 - 3.4. Negatieve effecten volgens de literatuur
 - 3.5. Samenvatting
4. De eisen waaraan een helm voor fietsers zou moeten voldoen
 - 4.1. Inleiding
 - 4.2. Uitgangspunten
 - 4.3. Normen beschreven in de literatuur
 - 4.4. Het beproeven van bestaande helmen
 - 4.5. Samenvatting
5. Conclusies en aanbevelingen
 - 5.1. Conclusies
 - 5.2. Aanbevelingen

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 4

Tabellen 1 t/m 7

VOORWOORD

In de afgelopen tijd is de SWOV een aantal malen door Medische Commissies van fietsersorganisaties verzocht aan te geven of het dragen van een helm door fietsers tot een vermindering van de kans op hoofdletsel bij ongevallen zou leiden. En zo ja, welke type helm daarbij dan het meest effectief zou zijn.

Eerst zou deze informatie een onderdeel vormen van de rapportage van de opzet van het onderzoek naar de factoren van belang voor het verminderen van de ernst van ongevalsletsels van fietsers en bromfietsers. Daarna is echter besloten de gegevens van het literatuuronderzoek omtrent de fietserhelm reeds in een eerder stadium en in een afzonderlijk rapport te publiceren.

De discussie over het al-dan-niet dragen van een helm door fietsers blijkt al in verscheidene landen aan de gang te zijn. In Nederland waar een veel groter deel van de verkeersslachtoffers dan in deze landen uit fietsers bestaat, blijkt hierover zo weinig gepubliceerd te zijn, dat het wel lijkt of het onderwerp tot nu toe taboe is.

Het rapport is samengesteld door ir. J.J.W. Huijbers van de afdeling Crash en Post-Crash Onderzoek en mw. G. Schalekamp van de afdeling Onderzoekondersteuning.

Prof. ir. E. Asmussen, directeur
Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. INLEIDING

Daar het een onmogelijke opgave is alle verkeersongevallen te vermijden, moet er naast dit streven bij een systematische bestrijding van de verkeersonveiligheid getracht worden de ernst van de ongevallen te verminderen.

Het doel van letselpreventie-onderzoek is dat, op basis van onderzoek naar factoren die de ernst van bij ongevallen optredende letsels bepalen, hiervoor aanbevelingen worden ontwikkeld. Dit heeft onder andere reeds geleid tot voorzieningen als kreukelzone's, kooiconstructies en autogordels voor de inzittenden van personenauto's en helmen voor bromfietzers en motorrijders.

Het idee dat er voor de andere verkeersdeelnemers dan automobilisten verder geen maatregelen te nemen zijn die enig effect sorteren, is op basis van onderzoek van botsingen tussen auto's en voetgangers achterhaald. Door het veranderen van de buitenkant van personenauto's is er wel degelijk letselreducerend effect te verwachten voor de andere groepen weggebruikers in botsingen met personenauto's. Te denken valt hierbij aan verandering van de vormgeving en het aanbrengen van energie-absorberende structuren aan personenauto's. In internationaal verband zijn er hierover reeds onder andere door werkgroepen van de European Experimental Vehicles Committee aanbevelingen gedaan.

Huijbers & Van Kampen (1985) hebben een aantal mogelijke soorten letselpreventiemaatregelen beschreven, en hebben aan de hand van kennis op dit moment een schatting van de (mogelijke) effecten gemaakt.

Het dragen van een helm door fietsers lijkt een soortgelijk effect te sorteren als het aanbrengen van energie-absorberende structuren aan personenauto's. De vraag of de auto van een demplaag moet worden voorzien of het hoofd van de fietser, staat hier overigens niet ter discussie.

In dit rapport wordt naast een beschrijving van fietserhelmen en van reeds bestaande normen een overzicht gegeven van de in de literatuur vermelde effecten van het dragen van een helm door fietsers. Vooral bedoeld om fietsers over dit onderwerp zodanige informatie te verschaffen dat deze zelf kunnen beslissen bij de keuze een helm te dragen of niet.

De gebruikte literatuur werd opgespoord via de International Road Research Documentation (IRRD) en in de eigen SWOV-bibliotheek. De oogst is weergegeven in de literatuurlijst van dit rapport. Deze publikaties waren tenslotte - op een enkele na - in de SWOV-bibliotheek aanwezig. Het zoeken naar literatuur werd in juli 1985 afgesloten.

In enkele van de in de literatuurlijst genoemde publikaties was ook een literatuurstudie opgenomen. De conclusies hieruit getrokken, zijn aangegeven als conclusies van de auteurs van de publikaties zelf.

2. ONGEVALLENGEGEVENS

2.1. Inleiding

Alvorens in te gaan op de in de literatuur beschreven effecten van het dragen van een helm door fietsers, zal er een beschrijving gegeven worden van het aantal geregistreeerde overleden en gewond geraakte fietsers in Nederland. Bovendien zullen de daarbij opgelopen hoofdletsels beschreven worden. Dit als een indicatie voor de omvang van het in dit rapport behandelde probleemgebied.

Deze gegevens over hoofdletsels zullen worden vergeleken met de in de buitenlandse literatuur beschreven informatie.

Een omschrijving van de contactplaatsen van het hoofd en de daarbij optredende letsels zullen een belangrijk uitgangspunt moeten zijn bij het opstellen van een pakket van eisen aan fietserhelmen zoals uit par. 4.1. zal blijken.

Een opsomming van de informatie zoals deze in de bestudeerde literatuur werd aangetroffen besluit dit hoofdstuk.

2.2. Aantallen

Door het Centraal Bureau voor de Statistiek worden jaarlijks gegevens verstrekt over de aantallen overleden of gewond geraakte verkeersdeelnemers in Nederland. Deze gegevens zijn gebaseerd op de ongevallen die door de politie geregistreerd worden.

Uit een onderzoek van Maas (1982) is af te leiden dat bijna alle verkeersdoden geregistreerd worden. Van de gewonden opgenomen in een ziekenhuis wordt circa 80% en van de overige gewonden - volgens een (ongevalideerde) enquête - circa 45% geregistreerd.

De verdelingen van de aantallen overleden en van de in een ziekenhuis opgenomen gewonde verkeersdeelnemers naar wijze van deelname aan het verkeer en botsttype zijn weergegeven in Tabel 1 en 2.

Hieruit blijkt dat het aantal overleden fietsers in 1983 (399) bijna 23% van het aantal verkeersdoden bedroeg. Dit is na de auto-inzittenden (779) het grootste aandeel.

Bovendien werden in 1983 in totaal 4079 gewond geraakte en in een ziekenhuis opgenomen fietsers geregisteerd, hetgeen 24% is van het totale

aantal gewond geraakte en in het ziekenhuis opgenomen verkeersdeelnemers. Dit is eveneens het op één na grootste aantal na de auto-inzittenden.

2.3. Type ongeval

Uit een SWOV-analyse op basis van de VOR-registratie blijkt dat in 1983 zowel het merendeel van de overleden (59%) als van de gewond geraakte en in een ziekenhuis opgenomen (53%) fietsers in botsing was gekomen met een personenauto (Tabel 1 en 2). Bij de overleden fietsers was de vrachtauto (12%) de op één na meest voorkomende botspartner en bij de gewonden de bromfiets (8%). Het aandeel van de eenzijdige ongevallen was bij de doden 3% en bij de gewonden 9,5%.

2.4. Beschrijving van de letsels

Letsel kan worden omschreven in termen van plaats, aard en ernst. In de literatuur komt de omschrijving van plaats soms in combinatie met ernst voor. Het op ondubbelzinnige wijze aangeven van de ernst van de verwonding is niet zo'n eenvoudige zaak. Factoren als kans op overlijden en kans op blijvende invaliditeit spelen een rol bij een juiste classificatie ervan. De op dit moment meest gangbare wijze van coderen is die volgens de Abbreviated Injury Scale of AIS (AAAM, 1980), een schaal die oploopt van 1 (licht gewond) t/m 6 (dodelijk letsel) (Tabel 3).

Een overzicht naar plaats van letsels van verkeersgewonden in Nederland die langer dan één dag zijn opgenomen in een ziekenhuis is gegeven in VOMIL (1980). De gegevens over verkeersslachtoffers zijn verkregen via de Stichting Medische Registratie (SMR), die 95% van de Nederlandse ziekenhuisbedden in haar systeem heeft opgenomen.

In Tabel 4 is een procentuele onderverdeling gegeven van de getroffen lichaamsdelen naar wijze van verkeersdeelname van het betreffende slachtoffer. Het blijkt dat bij de fietser verwondingen aan het hoofd het meest voorkomen; gevolgd door de benen en de armen. Verder valt op dat het percentage hoofdletsels bij de groep fietsers het grootst van alle categorieën weggebruikers.

De buitenlandse literatuur laat een grote verscheidenheid aan letselverdelingen zien. Verschillen in registratie, definitiegebruik en onderzochte letselernst zijn voor de hand liggende oorzaken.

Technisearch (1981) geeft een overzicht van 21.265 in een ziekenhuis opgenomen Amerikaanse fietsers. Hieruit blijkt dat de hoofdletsels overheersen (36%), gevolgd door letsels aan de onderbenen (29%) en armen. Het rapport beschrijft eveneens de letsels van 5942 ernstig gewonde fietsers in Engeland, zonder echter "ernstig" nader te definiëren. Het percentage hoofdletsels bedraagt 65%, en het percentage onderbeenletsels 10%.

Walz & Burkart (1982) constateerden bij 134 "in depth at the scene" onderzochte ongevallen met 99 fietsersslachtoffers dat 51 van deze slachtoffers letsel aan het hoofd hadden. Zij definieerden een aantal letselernstklassen: ziekenhuisopname, eerste-hulpbehandeling, en behandeling door een huisarts, en constateerden vervolgens dat het percentage slachtoffers met een hoofdletsel toeneemt naarmate de letselernst toeneemt: huisarts (27%); eerste hulp (50%); ziekenhuisopname (79%).

Appel et al. (1979) onderzochten eveneens "in depth at the scene" 100 fietserongevallen. Zij vermenigvuldigden de letselfrequentie met de gemiddelde geconstateerde AIS-waarde per lichaamsdeel en constateerden dat de hoofdletsels het hoogst scoorden (Afbeelding 1).

Werkgroep 8 van de European Experimental Vehicles Committee (EEVC) komt in haar rapport (EEVC, 1984) op basis van een bestudering van de nationale statistieken en van literatuur tot de conclusie dat indien alle letsels beschouwd worden armen en benen het meest gewond raken, gevolgd door het hoofd. Indien echter alleen de ernstiger letsels (AIS>2) in beschouwing genomen worden dan blijken verwondingen aan het hoofd het meest voor te komen, gevolgd door die aan de armen en benen.

De hieruit volgende tendens dat hoofdletsels tot de ernstiger letsels gerekend moeten worden, wordt onderschreven door de resultaten van Fife et al. (1983). Zij bestudeerden de autopsierapporten van 173 dodelijk verongelukte fietsers. De letsels werden geclassificeerd volgens de AIS. Een overzicht van plaats en ernst van het meest ernstige letsel per slachtoffer is weergegeven in Tabel 5. Dat er soms decimalen zijn vermeld wordt veroorzaakt door het feit dat bij die gevallen waarbij twee of drie letsels van gelijke ernst aanwezig waren deze over de betreffende lichaamsdelen zijn verdeeld. Het blijkt dat alle AIS=6-letsels letsels aan het hoofd betroffen. Het aandeel van de hoofdletsels in de AIS=5-letsels is eveneens hoog: 81%.

2.5. Beschrijving van de contactplaatsen

Het hoofd van de fietser kan in botsing komen met een groot aantal objecten: de botspartner, de eigen fiets en de omgeving.

Uit Tabel 1 en 2 bleek reeds dat het merendeel van de overleden en van de in een ziekenhuis opgenomen fietsers in botsing was gekomen met een personenauto. Dit aandeel is bij de doden groter dan bij de gewonden. Bij de gewonden is het aandeel van de botsingen met een gemiddeld lager energieniveau - botsingen met bromfietsers en fietsers - groter. Het lijkt daarom voor de hand te liggen te veronderstellen dat de minder ernstige letsels - waarbij geen ziekenhuisopname volgt - voor een groot deel ook door botsingen met andere weggebruikers veroorzaakt wordt.

Waarmee het lichaam van de fietser in contact komt en met welk geweld dit gebeurt, hangt onder andere af van het botstype, dat wil zeggen de richting waaronder de botspartners met elkaar in contact komen. Huijbers (1984a en b) geeft aan dat bij botsingen tussen auto en fiets, fietsers voor een groot deel zijdelings met het front van de auto in botsing komen. Waar het hoofd van de fietsers de auto raakt, hangt af van een groot aantal factoren, zoals de lengte van de fietsers, zitpositie, formaat van de fiets, botssnelheid, geometrie van de auto enz. Contactplaatsen kunnen derhalve variëren van de voorkant van de motorkap tot de bovenkant van het dak.

Met andere woorden, het hoofd van de fietser kan bij een botsing in contact komen met een groot aantal mogelijke oppervlakken welke verder naar vorm kunnen variëren van vlak tot puntig.

Voeg hierbij de mogelijke contacten met de fiets en de omgeving, dan zal het duidelijk zijn dat er een heel groot scala van potentiële contactoppervlakken zijn.

Een aantal onderzoekers heeft getracht te achterhalen wat het letsel bij botsingen tussen fietsers en auto's veroorzaakte.

Cross & Fisher (1977) bestudeerden een aantal ongevallen waarbij 166 doden en 753 gewonden geregistreerd werden op basis van politierapporten, bezoeken aan ongevalsplaatsen en ondervraging van slachtoffers en getuigen. Van de slachtoffers werd 18% langer dan één dag in het ziekenhuis opgenomen. Zij constateerden dat 60% van de letsels van de fietsers veroorzaakt werd door contact met de grond, een geringer deel (24%) door contact met het motorvoertuig en 6% door contact met de fiets.

Roland et al. (1979) komen op basis van een "in depth at the scene" bestudering van 700 ongevallen tot een ongeveer identieke verdeling. Indien alle letsels beschouwd worden (1542) dan blijkt 54% te zijn veroorzaakt door de omgeving (de grond), 40% door het motorvoertuig en 6% door de fiets. De letsels ten gevolge van de contact met de grond waren echter minder ernstig van aard. Dit wordt duidelijker als de letseloorzaak van het ernstigste letsel per patient wordt beschouwd. Dan blijkt dat 67% daarvan is veroorzaakt door contact met het motorvoertuig, 29% door contact met de grond en 4% als gevolg van contact met de fiets.

Appel et al. (1979) komen op basis van eveneens een "in depth at the scene" bestudering van 100 ongevallen tot de volgende verdeling: 64% van de letsels door het motorvoertuig, 31% door de grond en 5% door de fiets. Bij geen van de voorgaande onderzoeken werd specifiek naar hoofdletsel gekeken.

Alleen bij het reeds eerder genoemde onderzoek van Fife et al. (1983) waarin de letsels van 173 overleden fietsers zijn beschreven, gebeurde dit wel. Van de in totaal 1252 letsels waren er 286 aan het hoofd. Deze letsels werd gecategoriseerd naar stomp, scherp of penetratieletsel. Op één letsel na waren alle hoofdletsels letsels ten gevolge van botsingen met stompe voorwerpen.

Beschrijvingen van de letselplaatsen op het hoofd worden gegeven door Walz & Burkart (1982) en Walz et al. (1975). Zij bestudeerden "in depth at the scene" 134 fietsongevallen in de stad Zürich. Hierbij werden 51 hoofdletsels waargenomen, waarvan de plaats op het hoofd is beschreven. Opgemerkt dient hierbij te worden dat letselplaats niet identiek behoeft te zijn aan de plaats waar de geweldinwerking optrad. Dit geldt met name ten aanzien van hersenletsels, zoals uit de beschrijving van de "contre coup"-letsels blijkt (Kenner & Goldsmith, 1973, Stålhammer & Olsson, 1975). De letselplaats ligt vaak aan de andere kant van het hoofd dan daar waar de geweldinwerking plaats vond. Als daarom de AIS>3-letsels - hersenletsels - buiten beschouwing gelaten worden, dan blijkt dat de overige letsels vooral in het gezicht - met name de rechterkant - gelocaliseerd zijn, en dat de bovenkant van het hoofd nauwelijks geraakt wordt.

2.6. Samenvatting

Zowel het aantal overleden als het aantal in een ziekenhuis opgenomen fietsers in Nederland komt na de auto-inzittenden op de tweede plaats. Het aandeel in het totale aantallen overleden en ernstig gewonde verkeersdeelnemers is ruim 20%.

Uit de Nederlandse SMR-gegevens en uit de buitenlandse literatuur blijkt dat letsel aan het hoofd bij gewonde fietsers veelvuldig voorkomt. De helft van de in een ziekenhuis opgenomen fietsersslachtoffers heeft één of meer hoofdletsels. Bij een onderzoek aan overleden fietsers bleken alle meest ernstige (AIS=6-)letsels hoofdletsels te zijn.

Letsels bij fietsers ontstaan als gevolg van contact met de personenauto, de eigen fiets en de omgeving. Door een aantal onderzoekers is getracht te bepalen wat het letsel bij botsingen veroorzaakte, waarbij niet specifiek naar hoofdletsel is gekeken. Het blijkt dat als alle letsels beschouwd worden het contact met de grond het meest frequent de oorzaak van het letsel was, gevolgd door dat met de personenauto. De eigen fiets was slechts in 6% als letselveroorzaker aan te wijzen. Werden alleen de meest ernstige letsels beschouwd, dan bleek het contact met de personenauto op de eerste plaats te komen, gevolgd door het contact met de grond. Het aandeel van de fiets was dan nog geringer. Verder bleek bij een autopsieonderzoek dat het contactoppervlak in alle gevallen - op één na - stomp van vorm was. Een dergelijke beschrijving van de vorm van het contact bij lichtere letsels werd niet in de literatuur gevonden.

De plaats van de geweldinwerking op basis van de plaats van het letsel kan - zeker bij hersenletsel - niet eenduidig worden bepaald.

Een enkel onderzoek gaf een verdeling van de plaats van het letsel aan het hoofd. Indien alleen de niet-hersenletsels beschouwd worden, blijken de letsels in het gezicht voornamelijk aan de rechterkant gelocaliseerd zijn en de bovenkant van het hoofd nauwelijks geraakt te zijn.

3. EFFECTIVITEIT VAN HELMEN

3.1. Inleiding

Het effect van het dragen van een helm op de omvang en ernst van letsels kan in principe op een aantal manieren bestudeerd worden.

Op basis van de bekende gewelddempende werking van helmen zou er met behulp van gegevens over letseltolerantie en gegevens over de energieniveaus die optreden bij fietserongevallen een schatting van het effect voor de fietsers gemaakt kunnen worden.

Doch het inzicht in letseltoleranties en in reële energieniveaus is (nog) dermate gering dat op basis hiervan nauwelijks betrouwbare schattingen gemaakt kunnen worden. Dit wordt onderschreven door Stalnaker et al. (1975) en Dorsch et al. (1984).

Het ligt daarom voor de hand een betrouwbare benadering te baseren op basis van ongevalsonderzoek. Dit kan een voor- en nastudie tijdens het invoeren van een helmdraagplicht zijn, dan wel een "nette" vergelijking van groepen fietsers die wel of geen helm droegen.

3.2. Een globale beschrijving van de bij onderzoeken gebruikte helmen

Door het ontbreken van een algemeen aanvaarde norm (standaard) is er een grote verscheidenheid aan helmen te zien bij de bestudeerde onderzoeken. Het zijn vaak helmen die niet specifiek voor de fietsers zijn ontworpen, maar bijvoorbeeld door ijshockeyspelers of bergbeklimmers gebruikt worden.

Bij helmen voor bromfietzers en motorrijders zijn er naar vorm drie soorten te onderscheiden: de integraal-, de jet- en de pothelm, waarbij wordt aangetekend dat het laatste type nauwelijks meer in het Nederlandse verkeer gedragen wordt (Huijbers et al., 1985).

Bij de helmen voor fietsers zijn deze soorten ook te onderkennen, waarbij de pothelm, getuige het overzicht uit het Technisearch (1981) onderzoek (Afbeelding 2) nog in ruime mate vertegenwoordigd lijkt te zijn.

Een variant op de pothelm is het door wielrenners nogal eens gebruikte "haarnet" (Dorsch et al., 1984) of "banaan" (Spolander, 1982; zie ook Afbeelding 3).

Naar opbouw van de helm is er op dit moment bij de helmen voor bromfiet- sers of motorrijders nauwelijks enige variatie te bespeuren:

- een buitenschaal, deze is stijf en slagvast en beschermt tegen penetra- tieletsel;
- een binnenschaal (of schalen) ter demping van de op de helm in te wer- ken krachten;
- een comfortschaal, ter verhoging van het comfort en - in combinatie met de dempschaal - zorg dragend voor een optimale pasvorm.

Bij de fietserhelm is er een grotere variatie aanwezig. Soms ontbreekt de binnenschaal en/of de comfortschaal. In plaats daarvan is er een band- systeem (kruisbanden) in de helm aangebracht. Soms ontbreekt de buiten- schaal.

3.3. Positieve effecten volgens de literatuur

In verreweg het merendeel van de bestudeerde rapporten wordt er zonder meer van uit gegaan dat een fietserhelm een reducerend effect heeft op de ernst en omvang van letsels. En gezien het grote aantal hoofdletsels vin- den de betreffende auteurs het dragen van een helm aanbevelingswaardig. Verder wordt er dan een testprogramma beschreven waarin een aantal helmen aan bepaalde proeven onderworpen wordt of wordt er een comfortstudie ver- richt.

Voorbeelden hiervan zijn: Lewicki & Newman (1975); Spolander (1982); Standing Committee on Road Safety (Australië) (1978); Chamouard et al. (1984) en Gillies (1980).

McDermott & Klug (1982) beargumenteerden waarom volgens hen een fietser- helm een positief effect op de vermindering van het aantal hoofdletsels moet hebben. Dit deden zij op basis van zowel de nationale statistische gegevens als van informatie via de "Motor Accident Board" verkregen van doktoren en ziekenhuizen over letsels van fietsers en gemotoriseerde tweewielberijders als gevolg van een botsing met een geregistreerd motor- voertuig in Australië. De bestudeerde ongevallen vonden plaats in de pe- riode van 1975 tot 1980. Zij vergeleken de letselgegevens van fietsers en motorrijders en constateerden: Het aantal geregistreerde verkeersslacht- offers onder de motorrijders was twee- tot driemaal zo groot als het aantal gewonde fietsers. Het aantal geregistreerde hoofdletsels van de fietsers bleek echter significant groter dan dat van de motorrijders.

Verder was het aantal fietserslachtoffers met alleen hoofdletsel tweemaal zo groot was als het overeenkomstige aantal gewonde motorrijders. Terwijl de laatste groep fietsers bovendien een significant groter aantal schedakletsels had dan de motorrijders. Vastgesteld is tevens dat in Australië motorrijders een helm dragen en fietsers niet of nauwelijks. Op grond van deze bevindingen concludeerden zij dat het gebruik van een helm door fietsers effect moet hebben op de hoofdletsels.

In een meer recente studie (McDermott & Klug, 1985) hebben de auteurs de bezwaren die aan de eerdere studie kleefden - alleen ongevallen waarvan de medische kosten een bepaald bedrag te boven gaan (\$ 100.00) en geen eenzijdige gevallen - omzeild door de medische gegevens van een aantal ziekenhuizen te bestuderen. Bovendien kon nu de letselernst geclassificeerd worden (AIS). Hieruit bleek naast hetgeen zij en hun eerdere studie geconstateerd hadden, nog een argument om helmdragen door fietsers te adviseren; motorrijders hadden weliswaar een hogere letselernst, doch het hoofdletsel van fietsers was gemiddeld ernstiger dan dat van de motorrijders.

Als de percentages hoofdletsels van fietsers en bromfietsers met elkaar vergeleken worden dan blijkt bijvoorbeeld uit de Nederlandse SMR-gegevens dat het percentage hoofdletsels bij opgenomen fietsers veel groter is dan bij bromfietsers (51%, resp. 36%) (VOMIL, 1980).

Huijbers (1984b) geeft een overzicht van een aantal percentages hoofdletsel zoals deze in de literatuur zijn vermeld. Ondanks verschillen in de hoogte van de percentages zijn dergelijke verschillen ook tussen fietsers en bromfietsers in andere landen aanwezig.

De verklaring dat dit aan helmgebruik door bromfietsers zou moeten worden toegeschreven, ligt voor de hand. Maar een aantal andere oorzaken kan dit verschil veroorzaken, zoals verschillen in de typen ongevallen, type botsingen. Of zoals het door Dorsch et al. (1984) eveneens wordt verwoord:

"In such a study a lot of differences between pre-, within and post-crash factors in the two groups could contribute to erroneous conclusions about the potential protective effect of pedal cycle helmets".

Daarom besluiten zij een effectiviteitsstudie uit te voeren door het vergelijken van groepen dragers en niet-dragers.

Deze studie is de enige door ons gevonden waarin men op een dergelijke wijze het effect heeft getracht te bepalen. Dat een dergelijk onderzoek

in Australië is gehouden is vrij opmerkelijk, daar volgens Gillies (1980) het aandeel van gewonde of overleden fietsers slechts 2% is van het aantal verkeersslachtoffers in Australië. Zij konden hun studie uitvoeren omdat een relatief groot aantal toerfietsers in Australië een helm draagt.

De methode die de onderzoekers hanteerden kan als volgt omschreven worden: Aan de leden van vijf fietsclubs in Zuid Australië werden vragenlijsten gezonden waarin informatie gevraagd werd over leeftijd en geslacht, een omschrijving van het ongeval waarbij men mogelijk in de afgelopen 5 jaar was betrokken (in termen van een schatting van de snelheden, omschrijving van de krachten op het hoofd of de helm, en een beschrijving van de opgelopen letsels).

In deze vragenlijst was met opzet nergens vermeld of een indicatie gegeven omtrent het doel van de studie.

In totaal werden ruim 1300 enquêteformulieren verstuurd. Hiervan werden bijna 900 (68%) ingevuld terugontvangen, waarvan er 866 bruikbaar waren. In totaal meldden 197 mensen dat zij een ongeval hadden gehad waarbij zij met het hoofd ergens tegenaan gekomen waren. Van de 197 droegen er 57 (38%) geen en 62% wel een helm.

De gedragen helmen werden in drie typen ingedeeld: een "hairnet" (racehelm), een "poor hard helmet" (dat wil zeggen een helm zonder dempschaal), en tenslotte een "good hard helmet" (helm inclusief dempschaal). De bestudeerde groep was als volgt verdeeld: 38% droeg geen helm, 35% een "hairnet", 19% een "poor hard helm" en 8% een "good hard helm".

De opgegeven letsels werden op basis van de beschrijvingen volgens de AIS geclassificeerd.

Uit de ruwe analyse bleek vervolgens dat slachtoffers zonder helm meer kans op hoofdletsel hadden dan de helmdragers. "The observed association of head injury severity and helmet status is statistically significant. Helmets appeared to be protective against brain injury, external soft tissue damage but not to skull fracture" waarbij echter meteen werd opgemerkt dat dit laatste type letsel slechts vijf maal gerapporteerd werd. Een verdeling van de letsels naar helmtypen is vermeld in Tabel 6, een verdeling van letselernst naar helmtypen in Tabel 7.

De Australische onderzoekers hebben eveneens nagegaan of de groep helmdragers meer nekletsel hadden dan de groep niet-helmdragers. Dit in verband met de veel gehoorde kritiek dat de massa van de helm de kans op

nekletsels zou vergroten. Het tegengestelde bleek echter waar te zijn, de groep niet-helmdragers had relatief meer nekletsels.

Vervolgens werd nagegaan of deze resultaten veroorzaakt zouden kunnen worden doordat de twee groepen op een aantal belangrijke punten van elkaar afweken. Indien er werd gecorrigeerd naar leeftijd, geslacht en hevigheid van de klap ("crash violence") dan blijkt dat helmdragen significant beschermt tegen hoofdletsels.

Een laatste analyse werd uitgevoerd met een variatie op de "PODS" (Somers, 1983) de "Head Injury Probability of Death Score (HIPODS)". Dit is de natuurlijke logaritme van de kans op overlijden van een bepaald individu op basis van een combinatie van de AIS-scores van de twee meest ernstige hoofdletsels. Uit deze analyse volgt dat de kans om te overlijden als gevolg van een hoofdletsel drie- tot tienmaal zo groot is voor een niet-helmdrager als voor een helmdrager (3x "poor hard helmet"; 5x "hairnet" en 10x "good hard helmet").

Er werd geen onderzoek verricht naar mogelijke afwijkingen van de "non-response"-groep.

3.4. Negatieve effecten volgens de literatuur

Het lijkt voor de hand liggend dat het dragen van een helm ook negatieve effecten kan sorteren, zoals een verhoogde kans om een ongeval te krijgen of het ontstaan van letsels door de helm zelf.

In de bestudeerde literatuur werd hierop alleen ingegaan door Dorsch et al. (1984). Zij constateerden geen verhoogde kans op nekletsels ten gevolge van het dragen van de helm.

Om toch een indruk te krijgen van de mogelijke negatieve effecten kan verwezen worden naar het SWOV-rapport "Helm voor bromfietzers" (SWOV, 1972, 1973). Over de veronderstelling van mogelijke negatieve effecten wordt daarin het volgende opgemerkt: "In de onderzochte literatuur is voor dergelijke veronderstellingen geen steun gevonden. Bij een groot aantal instanties in het buitenland waar motorongevallen worden geregistreerd, was geen enkel geval bekend waarin het dragen van een helm aanleiding was geweest tot letsels dat anders niet zou zijn ontstaan".

3.5. Samenvatting

Uit de bestudeerde literatuur blijkt dat menig onderzoeker a priori aanneemt dat een helm voor fietsers effect heeft op de vermindering van het aantal en de ernst van hoofdletsels. De aanbeveling tot het dragen van een helm wordt vervolgens gemotiveerd door het grote aantal hoofdletsels dat bij verongelukte fietsers geconstateerd is.

Door een aantal onderzoekers zijn er vergelijkingen gemaakt tussen gemotoriseerde, helmdragende, tweewielerberijders en niet-helmdragende fietsers. Hierbij blijkt dan dat de percentages hoofdletsel van de eerste groep lager zijn dan van de tweede groep.

Het op basis hiervan de conclusie trekken dat de fietserhelm de kans op een hoofdletsel verklaart is echter voorbarig daar er ook andere oorzaken aan dit geconstateerde verschil ten grondslag kunnen liggen.

Er werd in de literatuur slechts één onderzoek aangetroffen waarbij groepen helmdragende en niet-helmdragende fietsers die bij een ongeval waren betrokken met elkaar zijn vergeleken. Uit dit onderzoek blijkt dat helmen beschermen tegen hersenletsel en letsel aan het hoofdoppervlak, de invloed op schedelletsel kon niet worden vastgesteld, maar schedelletsel werd slechts vijf maal waargenomen. Bovendien bleek uit de analyse dat de kans om te overlijden als gevolg van een hoofdletsel drie- tot tienmaal zo groot was voor niet helmdragers als voor helmdragers. De mate waarin was afhankelijk van het type helm.

4. DE EISEN WAARAAN EEN HELM VOOR FIETSERS ZOU MOETEN VOLDOEN

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal een aantal overwegingen worden gegeven die kunnen dienen bij het opstellen van een pakket van eisen waaraan een goede helm voor fietsers zou moeten voldoen. Een verdere uitwerking hiervan valt buiten het doel van dit rapport. In het buitenland bestaan reeds normen voor onder andere helmen voor fietsers. Hiervan zal een summiere beschrijving gegeven worden, alsmede van de resultaten van een aantal proeven met behulp van één van deze "standards".

Tenslotte zal een onderzoek beschreven worden waarbij een aantal bestaande helmen op hun bruikbaarheid in het dagelijks verkeer is onderzocht.

4.2. Uitgangspunten

Bij het opstellen van een pakket van eisen zal er van de volgende punten moeten worden uitgegaan.

- informatie van de belasting (aard, plaats en omvang) die tijdens ongevallen op het hoofd wordt uitgeoefend;

- letselcriteria van de groep weggebruikers waarvoor de helm bedoeld is.

Op basis van deze aspecten kunnen eisen worden geformuleerd ten aanzien van de krachtdempende werking die een helm zou moeten uitoefenen, alsmede eisen ten aanzien van de hardheid, en eventueel van de stijfheid van de buitenschaal enz.

Deze overwegingen zullen echter nog moeten worden aangevuld met een aantal andere (ergonomische) aspecten. Hieruit moeten eisen naar voren komen omtrent de maximaal toelaatbare massa van de helm, de aard van de benodigde ventilatie, het zichtveld e.d..

4.3. Normen beschreven in literatuur

In de literatuur wordt een aantal normen beschreven. De Australische "standard" AS 2063: "General Purpose Protective Helmets" (for use in pedal cycling, horse riding and other activities requiring similar protection) (Technisearch, 1981), is één hiervan.

De voornaamste eisen hierin kunnen worden onderverdeeld in:

- energie-opname
- weerstand tegen penetratie
- sterkte van de kinband
- beperking van de grootte en plaats van de ventilatiegaten.

Als "ergonomische" eis wordt bovendien gesteld dat de maximale massa van de helm niet groter mag zijn dan 500 g.

Zonder verder op de eisen in te gaan zijn er twee aspecten vermeldenswaard:

1. De toegestane maximale vertragingen van het gehelmde kunsthoofd zijn:

$$As_{\max} = 400 \text{ (g)}$$

$$As_{t=3\text{ms}} = 200 \text{ (g)}$$

$$As_{t=6\text{ms}} = 150 \text{ (g)}$$

Terwijl deze maximale vertragingen in de op dit moment geldende Europese normen voor helmen (ECE 22-02) voor bromfietzers en motorrijders als volgt bedragen:

$$As_{\max} = 300 \text{ (g)}$$

$$As_{t=5\text{ms}} = 150 \text{ (g)}$$

2. De valhoogte van de helm met kunsthoofd is 1,5 meter, terwijl in ECE 22-02 een contactsnelheid gedefinieerd is van 7 m/s, hetgeen overeenkomt met een valhoogte van ca. 2,5 meter.

Met andere woorden: de hoeveelheid te dissiperen energie is bij de fietshelmtest geringer, terwijl de maximaal toelaatbaar gemeten versnellingswaarden groter zijn.

In de Amerikaanse "standard" Z90.4 (ANSI, 1984) worden voorwaarden gesteld ten aanzien van bescherming, gezichtsveld en sterkte van de kinband.

De waarden die gesteld worden aan de maximaal toelaatbare vertraging wijken af ten opzichte van de Australische. Er wordt een piekwaarde van 300 (g) getolereerd van het vallende kunsthoofd met helm bij een contact-snelheid van 4,57 m/s (valhoogte = 1 m).

In Zweden is een beschouwing over het testen van helmen voor recreatief gebruik verschenen met voorgestelde criteria (Ljung, 1984). Hieraan worden voorwaarden gesteld ten aanzien van maximale massa, maximaal toelaatbare vertraging, weerstand tegen penetratie en sterkte van de kinband. De

maximaal toelaatbare vertraging wordt gesteld op $2500 \text{ (m/s}^2\text{)}$ bij een valhoogte van 1,5 m.

4.4. Het beproeven van bestaande helmen

In Technisearch (1981) is verder het testen volgens AS 2063 beschreven van 14 helmen als weergegeven in Afbeelding 2.

Van deze 14 helmen voldeden er maar twee aan de hoofdeisen betreffende demping, weerstand tegen penetratie en sterkte van de kinband. Twee andere helmen voldeden er bijna aan, de rest bij lange na niet.

De conclusie van het rapport is dan ook dat er nog veel ontwikkeling zal moeten plaatsvinden.

Een dergelijke tendens, maar dan ten aanzien van het gebruikersaspect is ook waar te nemen bij Spolander (1982). Dit rapport geeft een beschrijving van de belevenissen van 16 ervaren fietsers die zes verschillende helmen (Afbeelding 3) op gebruikersaspecten testten, tijdens woon- werk- verkeer.

De 16 fietsers kregen allereerst gedurende vier ritten achtereenvolgens de zes verschillende helmen op. Na deze test mochten zij er de meest geschikte helm uitkiezen. Deze helmen droegen zij een jaar lang.

Het feit dat na dat jaar nog slechts 2 van de 16 een helm droegen geeft, ondanks de geringe omvang van het onderzoek, duidelijk het slechte draagcomfort aan. De voornaamste bezwaren waren: de ventilatie was slecht (veel zweten), een slechte pasvorm en het gewicht was te groot. Vandaar dat volgens de auteur het nut van de bestaande slagvaste buitenschaal ter discussie zou moeten staan.

McDermott & Klug (1985) vermelden daarentegen dat in Australië na een intensieve voorlichtingscampagne gecombineerd met de mogelijkheden tegen gereduceerde prijs een helm te kopen de draagpercentages van fietsers sterk zijn toegenomen: volwassenen 42% (was 24% in 1983), middelbare scholieren 14% (was 5% in 1984) en lagere-schoollereelingen 39% (was 10% in 1984).

Walz & Burkart (1982) beschrijven het testen in Zwitserland van vier fietshelmen. Eén helm vertoonde een bevredigende demping, de andere in het bijzonder de race(= haarnet)helmen vertoonden een gebrekkige demping.

Vermeldenswaard als antwoord op de reeds bestaande, niet optimale, helmen is de door Chamouard et al. (1984) beschreven ontwikkeling van een speciale helm voor fietsers zoals deze in opdracht van de Franse overheid is uitgevoerd door Peugeot-Renault.

Het testen gebeurde op basis van een conceptnorm opgesteld door de "Fédération Française de Cyclisme". De valhoogte bij de proeven bedroeg 0,9 meter, zodat er een contactsnelheid van 4,2 m/s gerealiseerd werd. De maximum toegestane vertragingen zijn conform ECE 22-02:

$$A_{s_{\max}} = 300 \text{ (g)}, A_{s_{t=5\text{ms}}} = 150 \text{ (g)}.$$

Op basis hiervan werd een aantal materialen getest, alsmede het al-dan-niet aanwezig zijn van een demplaag. Ook aan de ventilatie werd - met behulp van de windtunnel - de nodige aandacht besteed.

Uiteindelijk kwam er een prototype tot stand dat bestaat uit een binnen- en een buitenschaal (ABS) met een totale massa van 400 (g) (Afbeelding 4).

Volgens de auteurs een bevredigend resultaat.

Een studie naar het comfort in het dagelijks leven van deze helm is (nog?) niet beschreven.

4.5. Samenvatting

Bij het opstellen van een pakket van eisen dat als basis kan dienen voor "keuringsnormen" zal men moeten uitgaan van een beschrijving van de belasting zoals die in het verkeer tijdens ongevallen kan optreden en van de letselcriteria van de groep weggebruikers waarvoor de helm bedoeld is. Deze eisen zullen vervolgens getoetst moeten worden op een aantal ergonomische aspecten, waarbij voor de helmen voor fietsers massa, ventilatie en zichtveld belangrijke aspecten zullen vormen.

In de literatuur is een aantal normen beschreven: de Australian Standard AS 2063, de Amerikaanse ANSI Z90-4 en een Zweeds voorstel voor een norm. Er bestaan grote verschillen tussen deze normen, niet alleen ten aanzien van de van belang geachte aspecten, maar ook van de toelaatbaar geachte vertragingsswaarden.

Een aantal helmen is volgens de Australische eisen getest; slechts twee voldeden aan de norm.

Ook werd een onderzoek verricht naar comfort, bedieningsgemak e.d. van helmen. Het bleek dat er aan bestaande helmen ook op dit punt nog het nodige te verbeteren valt.

Op verzoek van de Franse overheid is er door Peugeot-Renault een speciale fietserhelm ontwikkeld. Veel aandacht werd besteed aan demping, massa en ventilatie-aspecten. Over de ervaringen met deze helm in de praktijk is nog niet gerapporteerd.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1. Conclusies

Het aantal fietsers dat in Nederland in het verkeer gewond raakt of overlijdt is relatief groot. Ruim 20% van het aantal gewonde of overleden verkeersdeelnemers bestaat uit fietsers.

Het aantal hoofdletsels bij deze groep verkeersdeelnemers is eveneens niet onaanzienlijk. De helft van het aantal slachtoffers dat opgenomen wordt in een ziekenhuis heeft één of meer letsels aan het hoofd.

De meerderheid van de fietsers die in een ziekenhuis moesten worden opgenomen ten gevolge van een verkeersongeval was in botsing gekomen met een personenauto.

Een verdeling van de objecten waarmee de fietsers in botsing waren gekomen hangt o.a. af van de letselernstverdeling van de beschouwde groep. Studies die een lager letselernstniveau onderzoeken komen tot een groter aandeel van de éézijdige ongevallen (contact met de grond).

Uitspraken over de oorzaken van het letsel hangen dan ook sterk af van de beschouwde letselernstverdeling.

Een aantal studies werd verricht over botsingen tussen auto en fiets. Het blijkt dat als alle letselernstniveaus beschouwd worden, contact met de grond het meest de oorzaak van het letsel is, gevolgd door contact met de auto. De fiets zelf was in slechts enkele gevallen de letselveroorzaker. Worden de hogere letselernstniveaus beschouwd dan blijken deze letsels het meest frequent veroorzaakt te zijn door contact met een personenauto.

Bij al deze onderzoeken wordt geen nadere onderverdeling naar hoofdletsels gegeven. Maar gezien het feit dat de ernstiger letsels vaak hoofdletsels zijn, lijkt het aannemelijk dat de hoofdletsels het meest frequent veroorzaakt worden door contact met een personenauto.

Het effect van het dragen van een helm door fietsers op de vermindering van het aantal en de ernst van de hoofdletsels wordt door menig auteur als vanzelfsprekend aangenomen. Op basis van het grote aantal hoofdletsels wordt de aanbeveling tot het dragen ervan gemotiveerd.

Een enkele maal wordt het effect plausibel gemaakt door de percentages

hoofddletsels van gemotoriseerde, helmdragende tweewielerberijders te vergelijken met de percentages hoofddletsels van fietsers, maar aan dit verschil kunnen ook een aantal andere mogelijke oorzaken ten grondslag liggen.

Slechts één onderzoek (Dorsch et al., 1984) komt op basis van het vergelijken van groepen fietsers die wel of geen helm droegen tot een uitspraak over het effect van het dragen van een helm. Ondanks dat dit onderzoek van beperkte omvang was, de gegevens door de fietsers - voornamelijk wedstrijd- en toerrijders - zelf verstrekt werden en er bovendien geen non-response-onderzoek werd verricht, lijkt de tendens dat helmdragen de kans op hoofddletsel vermindert, aangegeven. Waarbij de grootte van deze kans afhangt van het type helm dat gedragen wordt. Het tijdens wielervedstrijden veel gedragen "haarnet" blijkt vergeleken met een aantal andere typen in dat opzicht middelmatig te functioneren. Het feit dat deze helm dat deel van het hoofd beschermt dat volgens Walz et al. (1985) niet zo vaak geraakt wordt, kan hiervoor een mogelijke verklaring zijn.

Uit de onderzoeken waarbij een aantal helmen volgens de bestaande Australische Standard AS 2063 voor o.a. fietserhelmen is gestest, blijkt dat er slechts een gering aantal helmen aan deze "norm" voldoet.

Uit onderzoeken ten aanzien van comfort blijkt dat de bestaande helmen niet tot gebruik uitnodigen.

5.2. Aanbevelingen

Het lijkt aanbevelenswaardig voor een fietser een helm te dragen, omdat daardoor de kans een hoofddletsel op te lopen verkleind wordt.

De bestaande helmen zijn echter nog niet in overeenstemming met de in het buitenland reeds bestaande normen. Dit betekent niet dat alleen de helmen aanpassing behoeven, maar ook een nadere beschouwing van de eisen waaraan een goede fietserhelm zal moeten voldoen, zal op basis van o.a. ongevalsonderzoek moeten plaatsvinden. Bij dit pakket van eisen zal ook veel aandacht aan comfort en ergonomische aspecten besteed moeten worden.

De kans op hoofddletsel kan eveneens verkleind door personenauto's te voorzien van een energie-absorberende laag. Deze zal ook bij botsingen met voetgangers een gunstig effect hebben. In internationaal verband zijn de eerste stappen hiervoor reeds gezet.

LITERATUUR

AAAM (Joint Committee on Injury Scaling (1980). AIS-80 (The Abbreviated Injury Scale), 1980 revision. American Association for Automotive Medicine AAAM, Morton Grove, Ill., 1980.

ANSI (1984). American National Standard for protection headgear for bicyclists. Z90.4-1984. American National Standards Institute, Inc., 1984.

Appel, H.; Otte, D.; Rau, H.; Suren, E.G. & Grabhöfer, P. (1979). Unfallursachen und Verletzungsmechanismen bei Fahrradunfällen; Möglichkeiten und Grenzen der Rekonstruktion. In: Kongressbericht Jahrestagung 1979 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr Heft 21, pp. 269-284. Bundesanstalt für Strassenwesen, Köln, 1979.

Bennett, M. & Downing, C.S. (1977). Safety helmets for pedal cyclists; A pilot study amongst children. TRRL Supplementary Report 283. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, 1977.

Bunkertorp, O.; Romanus, B. & Kroon, P.O. (1985). Head and neck injuries in traffic accidents in Göteborg in 1983. In: Proceedings 1985 International IRCOBI/AAAM Conference on the Biokinetics of impacts, 24-26 June 1985, Göteborg (Sweden), pp. 1-15. IRCOBI, Bron (France), 1985.

Chamouard, F.; Walfisch, G.; Fayon, A. & Tarriere, C. (1984). Prototype of lightweight helmet for users of low-speed two-wheeled vehicles, combining satisfactory head protection with characteristics of acceptable design and wearer's comfort. In: 1984 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of impacts, 4-6 September 1984, Delft (The Netherlands), pp. 179-192. IRCOBI, Bron (France), 1984.

Cross, K.D. & Fisher, G. (1977). A study of bicycle/motor-vehicle accidents; Identification of problems, types and countermeasures approaches, Volume 1. Annacapa Sciences Inc., Santa Barbara, Calif., 1977.

Danner, M. (1979). Schutz des Zweiradfahrers; Möglichkeiten aus technischer Sicht. In: Kongressbericht Jahrestagung 1979 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr Heft 21, pp. 165-181. Bundesanstalt für Strassenwesen, Köln, 1979.

De Hart, G. (1978). Bicycle-motor vehicle accidents; Statistics and strategies for reduction. Bicycle Report 2. Regional Planning Council and Maryland Department of Transportation, Baltimore, 1978.

McDermott, F.T. & Klug, G.L. (1982). Differences in head injuries of pedal cyclist and motorcyclist casualties in Victoria. The Medical Journal of Australia (1982) (July 10): 30-32.

McDermott, F.T. & Klug, G.L. (1985). Comparison of head and other injuries in Melbourne pedal and motor cyclist casualties. In: Proceedings 1985 International IRCOBI/AAAM Conference on the Biokinetics of impacts, 24-26 June 1985, Göteborg (Sweden), pp. 105-115. IRCOBI, Bron (France), 1985.

McDermott, J.E. & Wood, P.A. (1975). Pedal-cycle injuries. In: Proceedings of the 19th Conference of the American Association for Automotive Medicine, November 20-22, 1975, San Diego, pp. 149-153.

Dorsch, M.M.; Woodward, A.J. & Somers, R.L. (1984). Effect of helmet use in reducing head injury in bicycle accidents. In: 28th Annual Proceedings of American Association for Automotive Medicine, October 8-10, 1984, Denver, pp. 247-269.

EEVC (Working Group 8) (1984). Cycle and light powered two-wheeler accidents. EEVC/CEVE, 1984.

Fife, D.; Davis, J.; Tate, L.; Wells, J.K.; Mohan, D. & Williams, A. (1983). Fatal injuries to bicyclists; The experience of Dade County, Florida. The Journal of Trauma 23 (1983) 8 (August); 745-755.

Gillies, N. (1980). Helmets for use by bicycle riders. Research Note RN 4/80. Department of Motor Transport, New South Wales, 1980.

Guichon, D.M.P. & Myles, S.T. (1975). Bicycle injuries: One-year sample in Calgary. *The Journal of Trauma* 15 (1975) 6: 504-506.

Huijbers, J.J.W. (1984a). Een beschrijving van fietser- en bromfietser-ongevallen ten behoeve van prioriteitsindelingen bij letselpreventie-onderzoek. R-84-38. SWOV, 1984.

Huijbers, J.J.W. (1984b). A description of bicycle and moped rider accidents aimed to indicate priorities for injury prevention research. R-84-39. SWOV, Leidschendam, 1984. In: 1984 International IRCOBI Conference on the Biomechanics of impacts, 4-6 September 1984, Delft (The Netherlands), pp. 11-22. IRCOBI, Bron (France), 1984.

Huijbers, J.J.W.; Arnoldus, J.G. & Verhoef, P.J.G. (1985). Het fixeren van de helm aan het hoofd, een idee fixe? R-85-14. SWOV, 1985.

Huijbers, J.J.W. & Van Kampen, L.T.B. (1985). Schatting van het effect van letselpreventiemaatregelen voor voetgangers, fietsers en bromfietzers bij botsingen met personenauto's. SWOV (Nog niet gepubliceerd).

Kalbe, P.; Otte, D. & Suren, E.G. (1982). Biomechanics and consequences of typical injuries to selected groups of road users; Results after 10 years of accident research at Hannover. In: Proceedings VIIth International Conference on the Biokinetics of impacts, 8-10 September 1982, Cologne (Germany), pp. 76-89. IRCOBI, Bron (France), 1982.

Kenner, V.H. & Goldsmith, W. (1973). Impact on a simple physical model of the head. *Journal of Biomechanics* 6 (1973) (1980): 1-11.

Kenton, E. (1980). Helmets: Construction, effectiveness, and human factors, 1964 - May 1980. (Citations from the NTIS Data Base). National Technical Information Service, Springfield, VA, 1980.

Lewicki, L.R. & Newman, J.A. (1975). Head protection for the bicyclist. In: Proceedings of the 19th Conference of the American Association for Automotive Medicine, November 20-22, 1975, San Diego, pp. 154-167.

Ljung, C. (1984). On protection criteria in helmet testing; With proposed test method for recreational helmets. Technical Report SP-RAPP 1984: 31. Statens Provningsanstalt, Boras, 1984.

Maas, M.W. (1982). De politieregistratie van verkeersgewonden in ziekenhuizen. R-82-34. SWOV, 1982.

OECD (Road Research Group) (1978). Safety of two-wheelers. Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1978.

Otte, D. (1980). A review of different kinematic forms in two-wheel accidents; Their influence on effectiveness of protective measures. In: Proc. 24th Stapp Car Crash Conference, 15-17 October 1980, Troy, Mich., pp. 561-609. SAE, Warrendale, 1980.

Roland, H.E.; Hunter, W.W.; Steward, J.R.; Campbell, B.J. (1979). Investigation of motor vehicle/bicycle collision parameters. Final report. U.S. Dept. of Transportation, NHTSA, Washington, D.C., 1979.

Sarrailhe, S.R. (1984). Do tougher standards lead to better helmets? In: 1984 International IRCOBI Conference on Biokinetics of impacts, 4-6 September 1984, Delft (The Netherlands), pp. 141-151. IRCOBI, Bron (France), 1984.

Somers, R.L. (1983). The probability of death score: An improvement of the injury severity score. *Accid. Anal. & Prev.* 15 (1983) 4: 247-257.

Spolander, K. (1982). Cy kelhjälms komfort och hanterbarhet. (Comfort and handability of bicycle helmets). VTI-Rapport Nr. 242. Statens Väg- och Trafikinstitut (VTI), Linköping, 1982.

Standing Committee on Road Safety (1978). Motorcycle and bicycle safety. Report of the House of Representatives Standing Committee on Road Safety. Australian Government Publishing Service, Canberra, 1978.

Stålhammer, D. & Olsson, Y. (1975). Experimental brain damage from fluid pressure due to impact acceleration; Study of effects of "contre-coup" type pressure changes intracranially in rabbits. In: Proceedings 2nd International IRCOBI Conference on Biomechanics of serious trauma, 9-11 September 1975, Birmingham, pp. 164-186. IRCOBI, Bron (France), 1975.

Stalnaker, R.L., Mohan, D., & Melvin, J.W. (1975). Head injury evaluation: Criteria for assessment of field, clinical and laboratory data. In: Proceedings of the 19th Conference of the American Association for Automotive Medicine, November 20-22, 1975, San Diego, pp. 168-178.

SWOV (1972). Helmen voor bromfietzers, Deel 1 en 2. R-72-8 I+II. SWOV, 1972.

SWOV (1973). Helmen voor bromfietzers. Publikatie 1973-2N. SWOV, 1973.

Technisearch Ltd. (1981). Bicycle products, brakes, lights and helmets. Technisearch Ltd., Melbourne, 1981.

Torpey, S.E. (1984). School bicycle helmet usage survey. Road Traffic Authority, 1984.

VOMIL (Stafafdeling Epidemiologie en Informatica) (1980). Groepering van statistische gegevens betreffende slachtoffers van verkeersongevallen opgenomen in ziekenhuizen 1978. Min. van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Leidschendam, 1980.

Walz, F. & Burkart, F. (1982). Fahrradunfälle: Kopfanprallstellen und Implikationen für die Schutzhelmetentwicklung. In: Kongressbericht Jahrestagung 1982 der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr Heft 36, pp. 143-147. Bundesanstalt für Strassenwesen, Köln, 1982

Walz, F.H.; Dubas, F.; Burkart, F. & Kosik, D. (1985). Head injuries in moped and bicycle collisions; Implications for bicycle helmet design. In: Proceedings 1985 International IRCOBI/AAAM Conference on the Biokinetics of impacts, 24-26 June 1985, Göteborg (Sweden), pp. 91-103. IRCOBI, Bron (France), 1985.

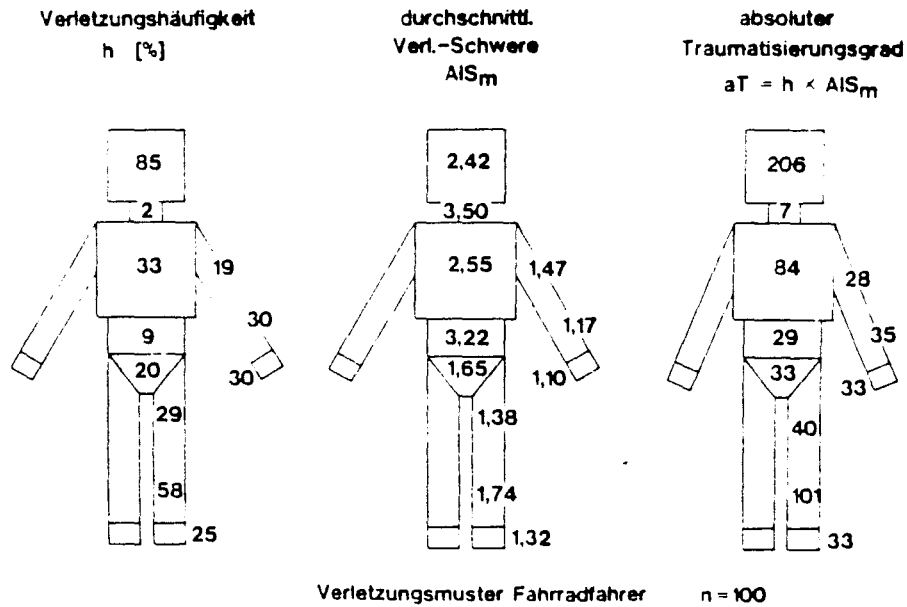
AFBEELDINGEN

Afbeelding 1. Procentuele verdeling van letsels en de gemiddelde AIS-waarden van 100 verongelukte fietsers. (Bron: Appel et al., 1979).

Afbeelding 2. De in het door Technisearch (1981) verrichte onderzoek geteste helmen.

Afbeelding 3. De in het onderzoek van Spolander (1982) geteste helmen.

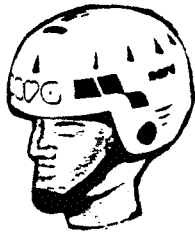
Afbeelding 4. De door Peugeot-Renault ontwikkelde fietserhelm. (Bron: Chamouard, 1984).



Afbeelding 1. Procentuele verdeling van letsels en de gemiddelde AIS-waarden van 100 verongelukte fietsers. (Bron: Appel et al., 1979).



Afbeelding 2. De in het door Technisearch (1981) verrichte onderzoek geteste helmen.



Nava



Bell Prime



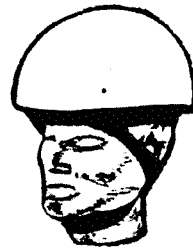
Banan



Bell Biker



Brancale



Bailen's Bike Bucket

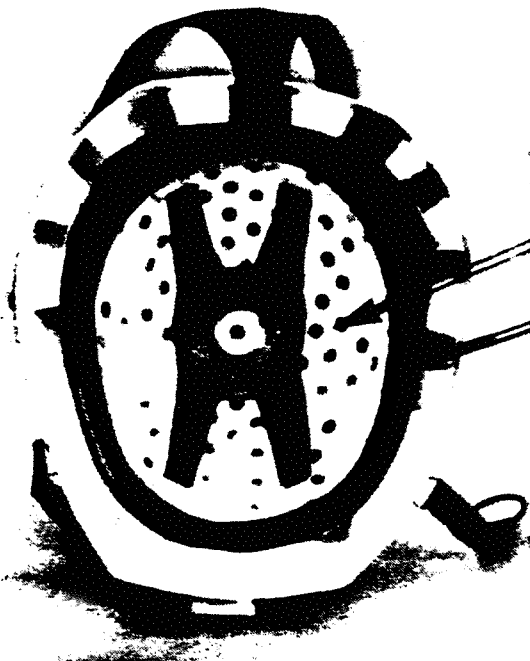
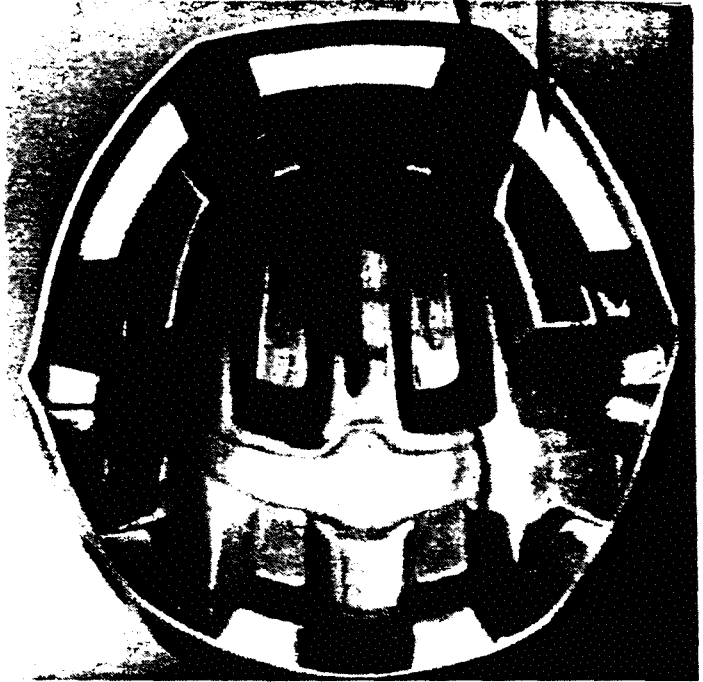
Afbeelding 3. De in het onderzoek van Spolander (1982) geteste helmen.



↑ Fig - 1 - A - Side View

↓ Fig - 1 - B - Internal view of the external skull cap

- Shock absorbent block
- Area circulation air



- Internal skull cap

- Comfort material

← Fig-1 - C - Internal View

Afbeelding 4. De door Peugeot-Renault ontwikkelde fietserhelm. (Bron: Chamouard, 1984).

TABELLEN

Tabel 1. Verdeling aantallen overleden verkeersslachtoffers naar wijze van verkeersdeelname en botstype in het jaar 1983.

Tabel 2. Verdeling aantallen in een ziekenhuis opgenomen verkeersslachtoffers naar wijze van verkeersdeelname en botstype in het jaar 1983.

Tabel 3. Een indeling van de ernst van letsels volgens de Abbreviated Injury Scale (AAAM, 1980).

Tabel 4. Procentuele verdeling van de letsels naar locatie, naar wijze van deelname aan het verkeer (VOMIL, 1980).

Tabel 5. Een overzicht van de meest ernstig gewonde lichaamsdelen van 173 dodelijk verongelukte fietsers (Fife et al., 1983).

Tabel 6. Verdeling van de fietsersslachtoffers (N = 197) naar soort hoofdletsel en helmgebruik (Dorsch et al., 1984).

Tabel 7. Verdeling van de fietsersslachtoffers (N = 197) naar hoofdletsel volgens ernst (AIS) en helmgebruik (Dorsch et al., 1984).

PERCENTAGES VERTIKAAL

	PERS AUTO	VRACHT WAGEN	BESTEL WAGEN	AUTO BUS	MOTORF SCOOT	BROM FIETS	FIETS	VOET GANGER	RAIL VOERT	OVERIG VVM	TOTAAL
EENZYDIG	7.4%	7.7%	7.1%	0.0%	5.1%	3.6%	3.0%	0.0%	0.0%	30.0%	4.9%
TEGEN DIER	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
LOS VOORW.	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
TEGEN BOOM	22.7%	7.7%	21.4%	0.0%	13.3%	12.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.2%
LICHTMAST	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	5.1%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%
GELEIDE RAIL	1.8%	0.0%	3.6%	0.0%	3.1%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	10.0%	1.1%
GEFARK.VOERT	1.2%	7.7%	0.0%	0.0%	1.0%	3.6%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%
OVER VAST VW	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	4.1%	3.6%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	1.3%
PERS AUTO	29.5%	0.0%	10.7%	0.0%	19.4%	29.5%	59.4%	54.5%	0.0%	30.0%	35.3%
VRACHTWAGEN	8.7%	15.4%	25.0%	0.0%	5.1%	9.4%	12.3%	7.0%	0.0%	10.0%	9.4%
BESTELWAGEN	1.5%	0.0%	3.6%	0.0%	6.1%	4.3%	4.0%	4.5%	0.0%	0.0%	3.1%
AUTOBUS	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	2.0%	3.5%	0.0%	0.0%	1.7%
MOTORF/SC	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	3.5%	0.0%	0.0%	1.1%
BROMFIETS	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	1.3%	2.1%	0.0%	0.0%	0.8%
FIETS	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.5%	1.4%	0.0%	0.0%	0.4%
VOETGANGER	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
RAIL VOERT	3.7%	7.7%	3.6%	0.0%	1.0%	9.4%	1.5%	2.4%	0.0%	0.0%	3.3%
OVERIG VVM	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%	0.3%	2.1%	0.0%	0.0%	1.3%
>2 OBJ ENK	9.4%	15.4%	10.7%	100.0%	11.2%	3.6%	2.0%	2.4%	0.0%	10.0%	6.5%
>2 OBJ RYD	16.7%	38.5%	14.3%	0.0%	23.5%	10.1%	10.5%	16.4%	0.0%	10.0%	15.1%
TOTAAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	100.0%	100.0%

N aantal 779 13 28 4 98 139 399 286 0 10 1756

N percent. 44,4 0,7 1,6 0,2 5,6 7,9 22,7 16,3 - 0,6 100%

Tabel 1. Verdeling aantallen overleden verkeersslachtoffers naar wijze van verkeersdeelname en botstypen in het jaar 1983.

PERCENTAGES VERTIKAAL

	PERS AUTO	VRACHT WAGEN	BESTEL WAGEN	AUTO BUS	MOTORF SCOOT	BROM FIETS	FIETS	VOET GANGER	RAIL VOERT	OVERIG VVM	TOTAAL
EENZYDIG	7.0%	11.0%	6.4%	19.5%	12.0%	7.5%	9.5%	0.0%	80.0%	15.6%	7.2%
TEGEN DIER	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
LOS VOORW.	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.6%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
TEGEN BOOM	15.9%	5.0%	14.0%	7.3%	2.6%	1.9%	0.2%	0.0%	0.0%	4.4%	6.7%
LICHTMAST	5.1%	5.0%	3.2%	0.0%	3.5%	2.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%
GELEIDE RAIL	1.5%	3.0%	0.8%	0.0%	3.2%	2.1%	0.7%	0.0%	0.0%	4.4%	1.3%
SEPARK.VOERT	1.7%	9.0%	0.8%	0.0%	2.1%	4.3%	2.2%	0.0%	0.0%	6.7%	2.2%
OVER VAST VM	2.7%	5.0%	0.4%	0.0%	4.3%	1.8%	0.6%	0.0%	0.0%	2.2%	1.8%
PERS AUTO	33.2%	8.0%	30.0%	2.4%	45.1%	51.9%	53.4%	65.1%	0.0%	37.8%	45.7%
VRACHTWAGEN	3.9%	16.0%	7.6%	2.4%	2.3%	3.3%	2.6%	1.6%	20.0%	6.7%	3.3%
BESTELWAGEN	2.0%	0.0%	2.0%	7.3%	1.5%	3.7%	3.5%	3.5%	0.0%	4.4%	2.8%
AUTOBUS	0.6%	0.0%	0.0%	12.2%	0.6%	0.7%	1.2%	1.4%	0.0%	0.0%	0.9%
MOTORF/SC	0.2%	0.0%	0.0%	2.4%	3.2%	0.5%	2.1%	2.0%	0.0%	2.2%	1.1%
BROMFIETS	0.2%	0.0%	0.8%	0.0%	0.6%	5.8%	7.6%	11.0%	0.0%	2.2%	4.3%
FIETS	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	2.5%	3.3%	6.3%	4.8%	0.0%	0.0%	2.8%
VOETGANGER	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	1.5%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
RAIL VOERT	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	1.3%	0.0%	2.2%	0.4%
OVERIG VVM	0.7%	1.0%	0.4%	0.0%	2.3%	1.0%	1.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.9%
>2 OBJ ENK	9.0%	9.0%	6.0%	31.7%	3.1%	1.5%	0.7%	1.4%	0.0%	2.2%	4.3%
>2 OBJ RYO	15.6%	28.0%	27.2%	12.2%	10.4%	5.8%	6.6%	7.3%	0.0%	8.9%	10.5%
TOTAAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
N aantal	6324	100	250	41	839	3375	4079	1896	5	45	16954
N percent.	37,3	0,6	1,5	0,2	4,9	19,9	24,1	11,2	0,0	0,3	100%

Tabel 2. Verdeling aantallen in een ziekenhuis opgenomen verkeersslachtoffers naar wijze van verkeersdeelname en botstype in het jaar 1983.

AIS	Severity Code
1	Minor
2	Moderate
3	Serious
4	Severe
5	Critical
6	Maximum injury virtually unsurvivable in AIS-80
9	Unknown

Tabel 3. Een indeling van de ernst van letsels volgens de Abbreviated Injury Scale (AAAM, 1980).

Locatie \ Categorie verkeers-deelnemers	fiet-sers	brom-fiet-sers	motor-rijders	auto in-zittenden	inzitten-den ander voertuig	voet-gangers	totaal
hoofd	50,8	35,6	22,9	46,4	39,6	42,3	43,1
bovenste extremiteiten	14,0	14,2	22,4	11,3	13,6	10,2	13,0
romp (incl. hals)	11,5	13,4	20,2	26,5	26,3	15,7	19,2
onderste extremiteiten	23,7	36,3	34,5	15,3	20,5	31,3	24,7
totaal	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 4. Procentuele verdeling van de letsels naar locatie, naar wijze van deelname aan het verkeer (VOMIL, 1980).

Number* of cases displayed by AIS score and body region of most severe injury: Fatally injured bicyclists, Dade County

Body Region (ISS)	Severity (AIS)						Row Totals	(%)
	1	2	3	4	5	6		
General	0	0	0	0	0	0	0	(0)
Head and neck	0	0	0	9.3	67.5	71.5	148.3	(86)
Face	0	0	0	0	0	0.5	0.5	(0)
Chest	0	0	0	2.3	7.5	0	9.8	(6)
Abdomen	0	0	0	2.3	8	0	10.3	(6)
Extremities	0	0	1	3	0	0	4	(2)
Totals	0	0	1	16.9	83.0	72.0	172.9	(100)

* The 13 cases with two regions injured most severely were accounted as half a case to each of the tied regions. The one case with three su regions was accounted as one third to each.

Tabel 5. Een overzicht van de meest ernstig gewonde lichaamsdelen van 173 dodelijk verongelukte fietsers (Fife et al., 1983).

Type of Head Injury	Present/ Absent	HELMET TYPE			
		No Helmet n=75	Poor Hard n=37	Hairnet n=69	Good Hard n=16
Brain Injury	present	45	32	33	6
	absent	55	68	67	94
	Total	100	100	100	100
Skull Fracture	present	4	0	3	0
	absent	96	100	97	100
	Total	100	100	100	100
Soft Tissue Injury To Face or Scalp	present	61	32	36	44
	absent	39	68	64	56
	Total	100	100	100	100
Facial Fracture	present	9	3	0	0
	absent	91	97	100	100
	Total	100	100	100	100

Tabel 6. Verdeling van de fietsersslachtoffers (N = 197) naar soort hoofdletsel en helmgebruik (Dorsch et al., 1984).

AIS Severity Code	Most Severe Head Injury	HELMET TYPE		
		No Helmet (%)	Hairnet (%)	Hard (%)
0	No head injury	14 (19)	31 (45)	29 (55)
1	Facial graze, laceration less than 5 cm, fractured nose	15	9	6
	Scalp bruising, laceration less than 10 cm	12	4	4
	Concussion - no loss of consciousness	3	5	0
2	Facial laceration greater than 5 cm, scalp laceration greater than 10 cm	1	1	1
	Concussion + loss of consciousness: less than 15 min	14	10	6
	unknown duration	5	4	1
3	Concussion... 15 - 59 min	7 (9)	4 (6)	4 (8)
4	Concussion... 1 - 24 hr	1 (1)	1 (1)	1 (2)
5	Concussion... more than 24 hr	2	0	1
	Fracture base of skull + intracranial haematoma	1	0	0
Total		75 (100)	69 (100)	53 (100)

Tabel 7. Verdeling van de fietsersslachtoffers (N = 197) naar hoofdletsel volgens ernst (AIS) en helmgebruik (Dorsch et al., 1984).