

HELMEN VOOR BROMFIETSERS

Deel 1: Noodzaak, nut, bezit en gebruik van helmen voor bromfietzers

R-72-8 I

Voorburg, 1972

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

HELMEN VOOR BROMFIETSERS

Deel 1

Noodzaak, nut, bezit en gebruik van helmen voor bromfietzers

1972

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

Samenvatting

1. Letselgegevens van bromfietzers en motor/scooterrijders
 - 1.1. Gegevens Stichting Medische Registratie (SMR)
 - 1.1.1. Inleiding
 - 1.1.2. Enige opmerkingen
 - 1.1.3. Resultaten SMR-gegevens
 - 1.2. Gegevens uit de literatuur
2. Ontstaanmechanisme en plaats naar soort hoofdletsel
 - 2.1. Algemeen
 - 2.2. Soort hoofdletsel naar plaats
 - 2.2.1. Schedelletsel
 - 2.2.2. Hersenletsel
 - 2.2.3. Conclusie
3. Tolerantiegrenzen voor het menselijk hoofd
 - 3.1. Algemeen
 - 3.2. Schedelletsel
 - 3.3. Hersenletsel
 - 3.3.1. Deformatie van de schedel
 - 3.3.2. Rechthoekige versnellingen en vertragingen
 - 3.3.3. Hoekversnellingen
 - 3.4. Relatie tussen tolerantiegrenzen en helmconstructie
4. Het effect van het dragen van een helm
 - 4.1. Vóór- en nastudies
 - 4.2. Helmdragers - Niet-helmdragers
 - 4.2.1. Overlijdenskans
 - 4.2.2. Kans op hoofdletsel
 - 4.3. Nederlandse situatie
 - 4.4. Negatieve effecten?
5. Bezit van helmen bij bromfietsbezitters

6. Opvattingen over het dragen van een helm

6.1. Verplicht dragen van een helm

6.2. Het nut van een helm

7. Gebruik van een helm door bromfietzers

7.1. Resultaten bromfietsberijders

7.2. Resultaten bromfietspassagiers

7.3. Resultaten scholieren

7.4. Resultaten bij een ander meettijdstop

7.5. Resultaten motor/scooterrijders

Afbeeldingen en tabellen

Literatuur

VOORWOORD

In augustus 1970 heeft de Minister van Verkeer en Waterstaat de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV verzocht "een onderzoek te doen verrichten naar de eisen waaraan helmen voor bromfietzers zouden moeten voldoen, zowel met betrekking tot de bescherming die zij moeten bieden als ten aanzien van de draagbaarheid".

Deze opdracht hing samen met het beginselbesluit tot uitvoering van de verplichting tot het dragen van een helm door bromfietzers.

Bij de aanvaarding van de opdracht is er door de SWOV op gewezen dat, hoewel vooral ten aanzien van de draagbaarheid tegen de conceptie van de huidige helm voor berijders van gemotoriseerde tweewielers tal van bedenkingen zijn aan te voeren, gezien vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid op voorhand reeds gesteld kon worden dat elke helm beter is dan geen.

Wel moest met betrekking tot het onderzoek de restrictie worden gemaakt dat gegeven de beschikbare tijd uitgegaan zou moeten worden van reeds verzamelde of op korte termijn te verkrijgen gegevens. Als consequentie hiervan lijkt nader onderzoek, met name naar het effect op de verkeersveiligheid van een eventuele invoering van helmen voor bromfietzers, noodzakelijk.

Het gehele onderzoek is begeleid door een begeleidende overheids-werkgroep (BOWG), samengesteld uit vertegenwoordigers van bij het onderwerp betrokken ministeries.

Aan de uitvoering van de verschillende deelprojecten hebben, buiten de leden van de betreffende SWOV projectgroep, waarvan de projectleider P.C. Noordzij, psychol.drs. namens de SWOV als rapporteur zitting had in de BOWG, meegewerkt (medewerkers van):

N.V. v/h Nederlandse Stichting voor Statistiek te Den Haag

Stichting Medische Registratie (SMR) te Utrecht

Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO (IW-TNO) te Delft

Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) te Den Haag

Antropobiologisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam.

Van het onderzoek wordt verslag gedaan in drie afzonderlijke publikaties:

1. De brochure De bromfietser en de verkeersveiligheid: Een beschrijving van de groep bromfietsbezitters en van de verkeersonveiligheid van bromfietsers.
2. Het rapport Helmen voor bromfietsers 1: Noodzaak, nut, bezit en gebruik van helmen voor bromfietsers.
3. Het rapport Helmen voor bromfietsers 2: Eisen te stellen aan bromfietshelmen.

De definitieve versie van de onderdelen 1 en 2 werd april 1972 ter beschikking gesteld van de begeleidende overheidswerkgroep "Helmén voor bromfietsers" evenals het concept-rapport voor onderdeel 3. Het resulterende rapport van de begeleidende overheidswerkgroep werd april 1973 door de minister aanvaard.

Teneinde inzicht te verkrijgen omtrent noodzaak en nut van het gebruik van een helm door bromfietsers, was het noodzakelijk, naast de gegevens betreffende de groep bromfietsbezitters en van de verkeersonveiligheid van bromfietsers (gepubliceerd in de brochure De bromfietser en de verkeersveiligheid) te beschikken over letsel- en andere gegevens van deze groep weggebruikers. Hiertoe werd een literatuurstudie verricht naar letselgegevens van bromfietsers (en motor/scooterrijders), ontstaanmechanisme en plaats naar soort hoofdletsel, tolerantiegrenzen voor het menselijk hoofd en het effect van het dragen van een helm. Bovendien werd de Stichting Medische Registratie (SMR) verzocht bij haar bekende gegevens omtrent letsels van bromfietsers en motor/scooterrijders te bewerken. De in 1970 gehouden enquête onder bromfietsbezitters (zie de brochure De bromfietser en de verkeersveiligheid) verschaftte gegevens over het bezit van helmen en de opvattingen ten opzichte van het gebruik van helmen; terwijl uit een aantal metingen in het verkeer inzicht werd verkregen omtrent het gebruik van een helm door bromfietsberijders.

Van de letselgegevens is tevens gebruik gemaakt bij het formuleren van de constructieve eisen waaraan (o.m. met betrekking tot het te beschermen gebied) bromfietshelmen zouden moeten voldoen (zie hiervoor verder rapport Helmen voor bromfietzers 2).

Gedeelten van dit rapport Helmen voor bromfietzers 1, zijn geschreven door dr. J. Masereeuw, drs. P.C. Noordzij en ir. H.G. Paar, voorbereidend werk is verricht door dr. J.H. Aarts, Mej. drs. Th.H. Brons en de heer A. Hamel, arts.

SAMENVATTING

Ten behoeve van het project Helmen voor bromfietzers zijn ziekenhuis- en enquêtegegevens verzameld en zijn literatuuronderzoek en metingen verricht. De resultaten kunnen als volgt worden samengevat.

Ongeveer de helft van alle letsels waarmee gewonde bromfietzers en motorrijders in ziekenhuizen worden opgenomen bestaat uit hoofd/halsletsels. Ook naar ernst (overlijdenskans, verpleegduur) zijn de meest ernstige letsels die aan hoofd/hals.

Het percentage overleden berijders (en passagiers) van gemotoriseerde tweewielers met een hoofdletsel ligt in de buurt van 80%, het percentage gewonden met hoofdletsel is te schatten op ca. 50%. Over het ontstaanmechanisme en de plaats van de geweldinwerking bij schedelletsel is veel meer bekend dan bij hersenletsel. Uit de beschikbare gegevens blijkt dat vooral voorhoofd en slaapstreek bescherming behoeven. In hoeverre dit een bescherming tegen stompe geweldinwerking dan wel tegen penetratie moet zijn is uit de literatuur niet af te leiden. In een groot aantal gevallen is er sprake van twee of meer afzonderlijke geweldinwerkingen op het hoofd.

De kwetsbaarheid van het hoofd is relatief veel onderzocht; desondanks zijn geen nauwkeurige gegevens bekend. Wel kan uit de bestaande literatuur worden vermoed dat een helm weinig bescherming zal kunnen bieden tegen primair hersenletsel (bij intacte schedel), maar wel tegen schedelletsel en secundair hersenletsel (bij impressiefractuur van de schedel).

Ongevallengegevens geven aanwijzingen dat het helmgebruik een bijdrage levert tot het voorkomen van zowel hersen- als schedelletsel. Verder kan op basis van deze gegevens worden geschat dat helmgebruik het jaarlijkse aantal gedode berijders (en passagiers) van gemotoriseerde tweewielers met 40% kan verminderen en het aantal hoofdletsels met 30%. Negatieve effecten van helmgebruik zijn niet bekend.

Een gelukkig feit is daarom dat het helmbezit bij bromfietsbezitters in twee jaar tijd met 50% is toegenomen. Ca. 30% van de mannelijke bromfietsbezitters bezit (medio 1970) een helm; dit percentage is bijna driemaal zo klein bij vrouwelijke bromfietsbezitters. Ook het percentage bromfietsberijders dat een helm draagt is in korte tijd sterk gestegen.

Medio 1970 was bezwaar tegen een verplichting tot het dragen van helmen te verwachten van ca. 30% van de bromfietsbezitters.

1. LETSELGEGEVENS VAN BROMFIETSERS EN MOTOR/SCOOTERRIJDERS

1.1. Gegevens Stichting Medische Registratie (SMR)

1.1.1. Inleiding

De Stichting Medische Registratie SMR verzamelt een groot aantal gegevens over patiënten die in een deel van de Nederlandse ziekenhuizen zijn opgenomen. Een gedeelte van deze informatie kan voldoen aan de behoefte aan kennis over aantal, aard en ernst van letsels bij verschillende groepen verkeersdeelnemers.

Deze stichting is dan ook verzocht gegevens over het jaar 1969 te verstrekken omtrent letsels van bromfietzers en motor/scooterrijders die naar aanleiding van opgelopen letsel zijn opgenomen in een van de ziekenhuizen die met de SMR samenwerken.

De letselgegevens van het SMR hebben geen betrekking op alle betreffende verkeersslachtoffers uit 1969. Er ontbreken drie categorieën, te weten:

- a. slachtoffers die zijn opgenomen in ziekenhuizen die niet met de SMR samenwerken;
- b. slachtoffers die ter plaatse of op weg naar het ziekenhuis zijn overleden;
- c. slachtoffers aan wie alleen poliklinische hulp is verleend.

1.1.2. Enkele opmerkingen

De wijze waarop de verschillende van belang zijnde variabelen worden geregistreerd, geeft aanleiding tot een aantal opmerkingen.

1. De gegevens die worden verstrekt betreffen wel de wijze waarop slachtoffers aan het verkeer deelnamen (per bromfiets, motor/scooter)

Daarbij is echter geen onderscheid gemaakt tussen berijders en passagiers. Voor het gemak worden verder de termen "bromfietzers" en "motor/scooterrijders" gebruikt.

2. Persoonlijke gegevens zoals (geslacht en leeftijd) die van belang zijn voor onderzoek naar het feit of deze verband houden met de kans op een ongeval, resp. letsel, zijn wel bekend. Andere soortgelijke gegevens zoals rijervaring, jaarkilometrage, e.d., niet.

3. Ten aanzien van de letseldiagnose hanteert de SMR een classificatie van letsels waarbij 200 categorieën worden onderscheiden, waarvan een aantal nog een onderverdeling kent. Lang niet alle gehanteerde onderscheidingen bleken voor het in dit geval beperkte doel interessant, zodat ten behoeve van dit onderzoek een hergroepering heeft plaatsgevonden resulterend in 42 categorieën, waarvan weer enkele afvallen omdat zij vrijwel niet blijken voor te komen bij de betrokken slachtoffers. Deze hergroepering is uitgevoerd door de artsen Dr. J.H. Aarts en A. Hamel. Wat betreft letsels aan het hoofd zou daarentegen ten behoeve van dit onderzoek een fijnere onderverdeling (met name naar plaats op het hoofd) dan de genoemde 200 basiscategorieën gewenst zijn.

Op het ponsdocument kan per slachtoffer meer dan één letseldiagnose worden genoteerd. Eén daarvan wordt als hoofddiagnose aangemerkt, de overige als nevend diagnoses. Dit betekent niet dat als een bepaald letsel in één geval als hoofddiagnose is vermeld, de ernst ervan ook groter is dan van hetzelfde letsel bij een ander slachtoffer maar nu vermeld als nevend diagnose. Wat bij de één nevend diagnose is, is bij de ander hoofddiagnose door het ontbreken van ernstiger letsel. Voor de bepaling van het vóórkomen van verschillende soorten letsel is daarom niet gelet op het onderscheid hoofd/nevend diagnose. Een verstorende factor is de mogelijkheid dat in een aantal gevallen de ernst van de hoofddiagnose het vaststellen van nevend diagnose heeft bemoeilijkt.

4. Wanneer een bepaald letsel als hoofddiagnose voorkomt is het aannemelijk dat het al-dan-niet overlijden in het ziekenhuis en de verpleegduur grotendeels bepaald worden door de ernst van dat letsel. Vandaar dat deze gegevens zijn gebruikt bij het bepalen van de gemiddelde ernst van de verschillende letseldiagnoses. Dit neemt niet weg dat in sommige gevallen twijfel kan bestaan of bijvoorbeeld de opgegeven hoofddiagnose bij een slachtoffer dat in

het ziekenhuis overlijdt, ook de werkelijke doodoorzaak is geweest. Bovendien is niet bekend welke slachtoffers als gevolg van de geregistreeerde letsels in meerdere of mindere mate invalide zijn geraakt (doorverwijzing naar verpleeginrichting of medisch-therapeutische inrichting is wel bekend, maar lijkt onvoldoende aanwijzing voor invaliditeit).

5. Een aantal gegevens betreffende ongevallen zoals datum en uur (vóór of na 20.00 uur) zijn wel genoteerd, maar zijn hier niet bij de verdere analyse betrokken. Andere gegevens zoals de toedracht van het ongeval, de omstandigheden, ontstaanmechanismen van de letsels, het al-dan-niet dragen van helm, zijn niet bekend.

1.1.3. Resultaten SMR gegevens

1.1.3.1. Algemeen

Tabel 1 geeft de percentuele verdeling van de waargenomen letsels bij bromfietzers en motorrijders over de verschillende lichaamsdelen. De helft van alle hier relevante letsels blijken bij beide categorieën weggebruikers letsels aan hoofd/hals te zijn. Dit duidt op een grote behoefte aan bescherming van dit lichaamsdeel. Binnen de groep hoofd/halsletsels komt "commotio" het meeste voor, gevolgd door "zwaar intercranieel letsel" en "licht letsel". In mindere mate komen voor: "aangezichtsfractuur", "schedelbasisfractuur" en "schedelfractuur". Relatief zelden komen voor: "overige schedelfracturen", "intracraniële bloedingen", "oogwonden", "fracturen aan halswervelkolom", "lichte letsels aan hoofd/hals" en "overige letsels".

De verdeling van de letsels over de lichaamsdelen voor bromfietzers en motorrijders verschillen statistisch significant. Het grootste verschil vertonen de percentages hoofd/hals letsel. Het verschil is in hoofdzaak het gevolg van het verschil in percentage "commotio". Aangezien verwacht mag worden dat de geweldinwerking bij ongevallen met motorrijders eerder groter dan kleiner zal zijn dan bij ongevallen met bromfietzers, zou men

eerder een omgekeerd verschil veronderstellen. Over de oorzaak van het geringe percentage "commotio" bij motorrijders in vergelijking met bromfietzers kunnen verschillende veronderstellingen worden geopperd:

- a. de samenstelling van de categorieën motorrijders en bromfietzers is verschillend naar leeftijd en geslacht;
- b. het percentage helm dragers onder de motorrijders is aanzienlijk hoger.

1.1.3.2. Ernst

Bij het berekenen van de percentages in tabel 1 zijn alle letsels even zwaar gewogen. Het zal echter duidelijk zijn dat de ernst van de onderscheiden letsels verschilt. Daarom is een poging gedaan de ernst van de letsels te kwantificeren. Dit is als volgt gebeurd: verondersteld wordt dat de wijze van ontslag uit het ziekenhuis en de verpleegduur grotendeels bepaald worden door de ernst van het als hoofddiagnose vermelde letsel. Meer specifiek komen deze uitgangspunten erop neer dat:

- a. overlijden in het ziekenhuis aanwijzing is voor een ernstiger letsel (als hoofddiagnose) dan ontslag op andere wijze;
- b. bij ontslag op andere wijze een gemiddeld langere verpleegduur wijst op een ernstiger letsel (als hoofddiagnose).

Wanneer de waargenomen letsels worden gerangschikt naar afnemende ernst, en per letsel wordt aangegeven het percentage slachtoffers dat is ontslagen of is overleden, moet volgens bovenstaande veronderstelling het percentage ontslag toenemen met het rangnummer en het percentage overleden afnemen. Bij letsels waarbij alle slachtoffers zijn ontslagen, moet de gemiddelde verpleegduur afnemen met het rangnummer.

De volgorde van de letsels waarbij dit patroon wordt gevormd, is weergegeven in tabel 2. Uitgaande van de eerder genoemde veronderstelling is de rangorde van tabel 2 te beschouwen als aanduiding voor de relatieve mate van ernst van de letsels.

De meest ernstige letsels zijn terug te vinden aan hoofd/hals en borst, de lichte letsels komen vooral voor aan de bovenste extremiteiten, letsels van middelmatige ernst zijn het meest frequent bij de onderste extremiteiten en de buik/bekken-gordel. Behalve de frequentie van hoofd/halsletsels vraagt dus ook de relatieve ernst ervan speciale aandacht voor bescherming.

Letsel aan aangezicht, oog of commotio zijn ten opzichte van de overige letsels aan hoofd/hals minder ernstig. Overigens zijn niet-gespecificeerde lichte letsels aan hoofd/hals ernstig tegenover alle letsels aan de bovenste en onderste extremiteiten en de buik/bekken-gordel.

Tabel 2 is gebaseerd op de letsels van bromfietzers en motrijders: de groep berijders en passagiers van gemotoriseerde tweewielers. Het is niet geheel ondenkbaar dat de ernst van de letsels (en daarmee de rangorde) samenhang vertoont met bijv. leeftijd, geslacht of wijze van deelname aan het verkeer.

1.1.3.2. Geslacht en leeftijd

In de groep bromfietzers wordt met toenemende leeftijd het percentage manne steeds groter. Daarom moet de vergelijking van de verdeling van de letsels over de lichaamsdelen voor verschillende leeftijdsgroepen, afzonderlijk voor mannen en vrouwen worden uitgevoerd. De vergelijking van de gegevens betreffende mannen en vrouwen moeten dan ook per leeftijdsgroep worden gemaakt.

De gegevens voor deze vergelijkingen zijn aan te treffen in tabel 3A en 3B. De letsels aan borst en buik/bekken-gordel zijn samengevoegd met de restgroep vanwege de geringe percentages die ontstaan bij opsplitsing naar geslacht en leeftijd.

Voor zowel mannen als vrouwen blijkt de relatie tussen leeftijd en verdeling van de letsels over de lichaamsdelen statistisch significant.

Uit tabel 3A blijkt dat bij mannen het percentage hoofd/halsletsels eerst toeneemt met de leeftijd om daarna weer te dalen. Tabel 3B geeft aan dat ook bij vrouwen er een aanvankelijke toe-

name is in percentage hoofd/halsletsels, gevolgd door een daling. Ten opzichte van mannen is de piek echter iets verschoven naar een lagere leeftijd. Uit de verdeling van de hoofd/halsletsels blijkt dat bij zowel bij mannen als bij vrouwen "commotio" de belangrijkste bijdrage levert tot de relatie tussen de percentages hoofd/halsletsel en de leeftijd. Bij mannen spelen naast "commotio", "aangezichtsfractuur" en "licht letsel" een rol, bij vrouwen zijn dit resp. "schedelbasisfractuur" en "aangezichtsfractuur". Bij een vergelijking van het percentage "commotio" bij mannen en vrouwen is te zien dat dit letsel bij vrouwen relatief vaker voorkomt, hoewel het verschil met toenemende leeftijd langzaam verdwijnt.

Hoewel de genoemde verschijnselen op zichzelf genomen interessant zijn, vormen zij geen aanleiding tot het stellen van verschillende eisen voor hoofdbescherming.

1.2. Gegevens uit de literatuur

Het hoofdletsel speelt bij bromfietsongevallen een centrale rol. Dat tonen ons de overigens spaarzame cijfers in binnenlandse en enkele buitenlandse publikaties duidelijk aan.

In 1966 was bij bromfietsongevallen in Nederland de fatale afloop in 82% te wijten aan een hoofdletsel (zie tabel 4)

Bij niet-dodelijke verwonding had 63% van de bestuurders en 51% van de duopassagiers in Nederland een hoofdletsel (incl. hersenen en aangezichtverwondingen) (CBS, onderzoek 1961-1962).

Dezelfde tendens werd door Aarts (1963) in Rotterdam gesignaleerd (bij 1567 gewonde bromfietzers 660 maal een hoofdletsel (42%), waaronder 361 maal een hersenletsel (23%).

Vos (1963) verrichtte in Groningen onderzoek naar verkeersgewonden over een periode van 1950-1960. Bij 199 bromfietzers bestond 29% van de letsels uit hoofdletsels, bij 210 motorrijders werd 26% van de aangetroffen letsels als hoofdletsel geregistreerd. Deze percentages zijn lager dan bij hierboven vermelde Nederlandse onderzoeken. Mogelijke verklaringen zijn: het ontbreken van

gegevens over gewonden die zijn opgenomen in neurochirurgische neurologische klinieken (ca. 1/3 van alle verkeersgewonden) en een zorgvuldiger registratie van minder ernstige letsels (per gewonde bromfietser en motorrijder werden gemiddeld 2,7 letsels aangetroffen tegen 1,6 bij het SMR-materiaal uit de vorige paragraaf).

Van de weinige buitenlandse publikaties vindt men slechts in de dissertatie van Schirmer (1969) enkele cijfers betreffende slachtoffers bij bromfietsongevallen. Hij vond bij 89% van de 32 verongelukte bromfietzers een hoofdletsel in al zijn schakeringen en bij 3% alleen een schedelfractuur. Slechts in 8% ontbrak een hoofdletsel. De invloed van deze verwonding bij een ongeval met dodelijke afloop was bijzonder groot: in 72% daarvan was een hoofdletsel de enige doodoorzaak, in nog eens 11% speelde het hoofdletsel mede een rol.

Er is mede op grond van de in de vorige paragraaf gepresenteerde letselgegevens reden om aan te nemen dat de letselpatronen van motor- en bromfietsberijders grote overeenkomst zullen vertonen. Niet is alleen het algemene letselpatroon voor verongelukte bromfietzers en motorrijders vrijwel gelijk, ook het patroon van de hoofdletsels zal bij beide groepen niet duidelijk anders zijn (Aarts, 1963).

In tabel 5 vindt men de verschillende gegevens nogeens gerangschikt. De cijfers lopen nogal uiteen. De oorzaken daarvan zijn velerlei. Zo is er natuurlijk verschil tussen de aantallen hoofdletsels bij de gehele groep en bij dat gedeelte dat in een ziekenhuis wordt opgenomen. Voorts is de wijze van beoordeling van de arts niet zonder invloed; wenst die bijvoorbeeld een eenvoudige contusie van het hoofd al dan niet als een letsel te beschouwen? Het heeft weinig zin hier en daar bestaande overzichten weer te geven van de aangezichtletsels als afzonderlijke groep. Ze vormen een deel van het geheel, hebben een plaats in de reparatieve, plastische en kaakchirurgie, maar spelen in het verband van dit rapport geen hoofdrol. Deze letsels zijn immers zelden dodelijk en het zijn vooral de dodelijke hoofdletsels die voorwerp zijn van onze beschouwingen over het effect van helmen.

2. ONTSTAANMECHANISME EN PLAATS NAAR SOORT HOOFDLETSEL

2.1. Algemeen

Letsels van het hoofd ontstaan als elk ander letsel op twee wijzen: door directe aangrijping van het geweld op het hoofd of indirect (slingerbewegingen, versnellingen, resp. vertragingen van weke delen, resp. hersenmassa binnen de starre hersenpan). Dikwijls komt het in het laatste geval tot anatomische, soms echter alleen functionele hersenafwijkingen ("coup" en "contre-coup"). Door het verschuiven van de hersenmassa binnen haar omhulsel kunnen bloedingen ontstaan uit bloedvaten die uitgespannen zijn in de ruimte tussen schedel en hersenvliezen. Ook bij directe aangrijping van het geweld op de schedel kunnen deze indirecte hersenletsels het gevolg zijn; men zou die letsels eventueel ook primair kunnen noemen. Tenminste even gevaarlijk zijn in deze situatie de secundaire hersenletsels. Is de kracht voldoende groot om de weerstand van de schedel ter plaatse te doorbreken, dan vindt er indringing in de schedelholte plaats: impressiefracturen.

2.2. Soorten hoofdletsel naar plaats

Er zijn talloze mogelijkheden om tot een rubricering van de hoofdletsels te komen. In de meeste gevallen zijn die indelingen gebaseerd op medische grondslagen en dat lijkt, gezien vanuit het standpunt van de veiligheidsdeskundige, in het onderhavige geval ongewenst. Termen als commotio cerebri en contusio cerebri mogen de medicus wel vertrouwd in de oren klinken, het verschil is de niet-arts ternauwernood uit te leggen. Daarbij komt ook nog dat medici weinig weten van de anatomische substraten, die het klinische beeld bepalen. Het zou ideaal zijn als er een indeling mogelijk was op biomechanische basis; dan immers zouden de grondslagen reeds aanwezig zijn waarop veiligheidsmaatregelen geënt konden worden; in dit geval zou als het ware de structuur van de helm in de kiem aanwezig zijn. Dit is echter met de bestaande gegevens niet uit-

voerbaar. Als uitgangspunt kunnen we wel nemen dat een hoofdletsel ernstiger is naarmate het dieper gelegen is. Een bruikbare indeling kan worden gemaakt als we het hoofd laagsgewijs beschouwen. Daarnaast zou men aandacht kunnen besteden aan de plaats van de verwonding. Een en ander resulteert in het volgende:

1. Weke delen letsel
 - a. gelaat
 - b. schedeldak
 - c. achterhoofd
 - d. slaapzijde (temporaal)
2. Schedelletsel (-fractuur)
 - a. aangezichtsschedel
 - b. schedeldak
 - c. achterhoofd (occipitaal)
 - d. slaapzijde (temporaal)
 - e. schedelbasis (basaal)
3. Hersenletsel
4. Combinaties van 1, 2 en 3.

2.2.1. Schedelletsel

Vooraf bij schedelletsels is uit de plaats van de fractuur (en bij gebruik van helm uit de beschadiging van de helm) vaak te concluderen waar de gewelddinwerking heeft plaatsgevonden).

Nederlandse gegevens over bromfietzers geven hierover weinig informatie. CBS (1967) onderscheidt alleen schedelfracturen en hersenletsels (zie tabel 4).

Uit de in het vorige hoofdstuk gepresenteerde SMR-gegevens is wat meer informatie over schedelletsels te verkrijgen. Hieruit blijkt dat van de schedelletsels na de aangezichtsfracturen de schedelbasisfractuur het meeste voorkomt (ook Smith & Dehner, 1969, wijzen hierop). Dit wordt veroorzaakt doordat de schedelbasis door de dunne wand en het grote aantal gaten voor bloedvaten en zenuwen een relatief zwak gedeelte van de schedel is. Fracturen op die plaats zijn dan ook niet het resultaat van gewelddinwerking, maar van doorgeleid geweld ten gevolge van grote krachten die aldus op de schedel.

worden uitgeoefend. De SMR-gegevens geven verder geen uitsluitel over de plaats van schedelfracturen.

Dit doen Smith & Dehner (voor motorrijders) wel. Naast de schedelbasis zijn vooral voorhoofd- en slaapstreek gefractureerd. Meestal waren de fracturen van de schedel niet beperkt tot één plaats (multipel), in het bijzonder in de schedelbasis. Typisch is ook het voorkomen van een ringvormige breuk rondom het achterhoofdsgat (foramen magnum) in een zeer dun deel van de schedelbasis; de fractuur ontstaat als het slachtoffer met de kruin een obstakel raakt en de halswervelkolom in strekstand staat. Het is een inhameringsfractuur, waarbij de halswervelkolom met het levenswichtige verlengde merg voor een deel de schedelholte inschuift. Cairns (1943), de eerste die over de werking van de helm bij (motor)ongevallen publiceerde, rubriceerde aan de hand van de helmbeschadiging de gebieden waar de gewelddinwerking had plaatsgevonden. Meer dan 50% van de gewelddinwerkingen was frontaal, zelden werd de kruin getroffen. Meer dan één gewelddinwerking werd in 40% van de gevallen waargenomen. Occipitale (achterhoofds-) traumata zijn het minst gevaarlijk door de bescherming van nekspieren en helm, de temporale (in de slaapstreek) zijn dat het meest. Snively & Snively (1968) constateerden in een onderzoek naar verongelukte, helmdragende motorrijders en autocoueurs dat bij beide groepen slechts in 15% van de gevallen de bovenzijde van de helm beschadigd was. De bovenste 5 cm van de helm (gemeten vanaf de bovenzijde van het hoofd) ontving 45% van de gewelddinwerking, 55% vond daaronder plaats. In 58% van de gevallen was sprake van twee of meer afzonderlijke gewelddinwerkingen. Bij al deze cijfers werd geen verschil geconstateerd tussen de motor- en autorijders.

In alle bovengenoemde gevallen werd niet vermeld of het bij de schedelletsels of helmbeschadigingen ging om stompe gewelddinwerking (botsing met een groot vlak) of om penetratieletsels (ten gevolge van een botsing met een scherp voorwerp).

2.2.2. Hersenletsel

Is de situatie voor wat betreft de plaats bij de schedelfracturen

nog vrij overzichtelijk, bij de hersenletsels ligt dat veel moeilijker. Dit komt doordat slecht van een beperkt aantal gevallen (uitsluitend die waarbij sectie is verricht) enige correlatie te leggen is tussen de aard van het ongeval en het anatomisch gevolg voor het hersenweefsel. Bij zeer ernstig letsel vindt men soms geringe structurele afwijkingen.

Er is veel experimenteel werk verricht om een beter inzicht te verkrijgen in de ontstaanswijze van het (indirecte) hersenletsel. Zo is bijvoorbeeld nagegaan wat de invloed was van drukverhogende luchtstoten op het hersenweefsel via boorgaten in de schedel (Chason e.a., 1966). Juist omdat de functionele defecten van groter belang zijn dan de anatomische, zal de plaats van het elektrisch hersenonderzoek steeds belangrijker worden. Dit staat momenteel echter nog in de kinderschoenen, zodat het nog wel enige tijd zal duren voordat de kennis over het indirecte hersenletsel zich zal kunnen verdiepen.

Hersenletsel als gevolg van schedelletsel (impressie van schedel) is weer gemakkelijker te relateren aan de geweldinwerking. Volgens de eerder genoemde Smith & Dehner (1969) komt dit vrij veel voor. Hierbij zijn het weer de voorhoofd- en slaapstreek die het meest getroffen worden. Ook de combinatie van hersenletsel met schedelbasisfractuur werd frequent geconstateerd. Hierbij is de aard en richting van de geweldinwerking, indien geen andere fracturen aanwezig zijn, vanuit het letsel weer zeer moeilijk af te leiden.

Conclusie

Concluderend kan gezegd worden dat uit de thans beschikbare letselgegevens blijkt dat vooral de voorhoofd- en slaapstreek bescherming behoeven. In hoeverre dit een bescherming tegen stompe geweldinwerking dan wel ook tegen penetratie moet zijn is hieruit echter niet af te leiden.

3. TOLERANTIEGRENZEN VOOR HET MENSELIJK HOOFD

3.1. Algemeen

Zoals ook uit de gegevens in de vorige hoofdstukken kan worden geconstateerd is hoofdletsel het meest voorkomende en ook meestal het ernstigste resultaat van vrijwel alle typen ongevallen. Dit heeft tot gevolg gehad dat op het gebied van het weerstandvermogen tegen letsel bij botsingen (tolerantiegrenzen), het hoofd van alle lichaamsdelen waarschijnlijk het meest uitgebreid is onderzocht. Dat echter ook de tolerantiegrenzen voor het hoofd niet zeer nauwkeurig bekend zijn, is het gevolg van een aantal factoren. Zo is het natuurlijk niet mogelijk levende personen in experimenten ernstig letsel toe te brengen, waardoor deze proeven alleen uitsluitend geven in het gebied dat nog vrij ruim onder de tolerantiegrenzen ligt.

Gegevens met ernstige ongevallen (met doden en/of gewonden) zijn meestal zo weinig gedetailleerd dat hieruit geen, of slechts met behulp van een aantal assumpties, globaal te berekenen, waarden voor ondergane vertragingen en krachten zijn te destilleren. Dit zijn redenen waarom onderzoekers hun toevlucht hebben gezocht tot proeven met lijken (waarbij voor wat betreft het hoofd alleen schedelletsel en geen hersenletsel onderzocht kan worden) en apen (waarvoor het bezwaar van het toebrengen van - zelfs dodelijk - letsel tijdens proeven kennelijk niet geldt). Beide mogelijkheden leveren echter nog geen resultaten op die zonder meer toepasbaar zijn, daar dood weefsel anders reageert dan dat van de levende mens en daar de kop van een aap niet hetzelfde is als een menselijk hoofd. Hierbij komt nog dat de tolerantiegrenzen per persoon aanzienlijk verschillen, waardoor niet alleen een gemiddelde waarde, maar ook de spreiding ten opzichte hiervan gespecificeerd moet worden.

Een extra probleem bij het interpreteren van gegevens over tolerantiegrenzen is dat vaak niet is aangegeven of het om de grens van onherstelbaar letsel (permanent letsel of letsel de dood ten gevolge hebbend) gaat, of om de grens tussen wel of geen letsel.

In het hierna volgende wordt een overzicht gegeven van de uit de beschikbare literatuur te vinden tolerantiegrenzen van het hoofd voorzover deze van belang zijn voor dit onderzoek.

3.2. Schedelletsel

Schedelletsel (meestal fractures) ontstaat doordat de kracht die op het hoofd werkt een bepaalde waarde overschrijdt (stomp letsel), of doordat de vlaktedruk tussen het botsende voorwerp en het hoofd te hoog is (penetrerend letsel).

In het algemeen worden de tolerantiegrenzen voor stompe schedelletsels uitgedrukt in botsingsarbeid nodig om net een fractuur te veroorzaken. Een veel gebruikte fractuurgrens van het voorhoofd en schedeldak is 4,5 - 11,5 kgf.cm (400 - 1000 lbf. inch). Deze waarden gelden voor een botsing met een onvervormbaar vlak oppervlak. Voor de zijkant van het hoofd wordt ongeveer de helft van de genoemde waarden als grenswaarden aangenomen (Parker, 1966; Snyder, 1970).

Ze blijken weinig te variëren met de tijd dat de gewelddinwerking duurt en ook niet afhankelijk te zijn van de snelheid waarmee de kracht wordt opgebouwd (rate-of-onset)(Fiala, 1970).

Bij penetratieproeven zijn botsingen met verschillende oppervlakken uitgevoerd, waardoor de vergelijkbaarheid slecht is. Voor een oppervlak van 6,45 cm² (1 square inch) zijn de volgende waarden voor de gemiddelde vlaktedruk gevonden (Gadd et al, 1968):

voorhoofd:

gemiddeld 77 kgf/cm² (1.100 lbf/inch²)

minimaal 63 kgf/cm² (900 lbf/inch²)

slaapstreek:

gemiddeld 38 kgf/cm² (550 lbf/inch²)

minimaal 32 kgf/cm² (450 lbf/inch²)

Ook hierbij is weinig invloed te bemerken van tijdsduur van de gewelddinwerking en de rate-of-onset.

3.3. Hersenletsel

Over het ontstaanmechanisme van hersenletsel heerst nog verschil van mening, doch dat is voor dit onderzoek van minder belang.

Bepalend voor het ontstaan van hersenletsel zijn:

- a. deformatie van de schedel
- b. rechtlijnige versnellingen en vertragingen
- c. hoekversnellingen

3.3.1. Deformatie van de schedel

Deze oorzaak van hersenletsel spreekt voor zichzelf en zal in het algemeen gepaard gaan met schedelletsel.

3.3.2. Rechtlijnige versnellingen en vertragingen

Rechtlijnige versnellingen werden al vroeg als letselbron beschouwd.

Deze versnellingen ontstaan door krachten die op het hoofd worden uitgeoefend. De nekspieren zijn in staat het hoofd overeind te houden bij versnellingen loodrecht op de nek tot ongeveer 4 g.

Dit is veel lager dan voor ongevallen met hoofdletsel van belang is, zodat voor die gevallen de nekspieren niet veel invloed hebben, en de ondergane versnelling ongeveer evenredig is met de kracht die op het hoofd wordt uitgeoefend (Parker, 1966).

Een groot probleem bij het bepalen van de invloed van de versnelling op hersenletsel is het feit dat deze invloed afhankelijk is van de tijdsduur die de geweldinwerking beslaat en van de snelheid waarmee de versnelling wordt opgebouwd (rate-of-onset).

Met het eerst genoemde verschijnsel is rekening gehouden bij het bepalen van de bekende Patrick-curve, die het verband geeft tussen versnelling en tijdsduur (zie afbeelding 1). Het is bij deze curve niet bekend wat de lijn precies aangeeft, de grens tussen wel of geen letsel, of van onherstelbaar letsel, en of deze curve voor elke richting hetzelfde is. Ook is de mogelijke spreiding per individu niet aangegeven.

Voor de toelaatbare rate-of-onset zijn veel minder gegevens bekend. Het schijnt dat een rate-of-onset van 150.000 g/s gedurende ca. 2 milliseconde nog geen of weinig letsel zal veroorzaken (Fiala, 1970).

3.3.3. Hoekversnellingen

Ook over de invloed van hoekversnellingen is weinig bekend, wel wordt aangenomen dat ze belangrijk zijn voor het ontstaan van hersenletsel. Ook hier is de mate van invloed afhankelijk van de tijdsduur en de rate-of-onset.

Op grond van een aantal waarnemingen van in de praktijk bij mensen voorkomende hoekversnellingen ligt de door Parker (1966) voorgestelde grens tussen wel en geen letsel veroorzakende hoekversnelling als functie van de tijdsduur als aangegeven in afbeelding 2. Verwacht mag worden dat de curve bij benadering geldt voor draaiingen in alle richtingen. Ook hier is geen mogelijke spreiding per individu bekend.

3.4. Relatie tussen tolerantiegrenzen en helmconstructie

Het is mogelijk de curve van Patrick en andere overeenkomstige gegevens en ook de resultaten van de proeven naar stompe schedelletsels weer te geven als functie van de snelheidsverandering en de tijdsduur (snelheidsverandering is het produkt van tijdsduur en gemiddelde versnelling).

Het resultaat is dan de grafiek (naar Rayne & Maslon, 1969) als afgebeeld in afbeelding 3, waarin alleen gemiddelde waarden en niet de daarop mogelijke spreiding zijn aangegeven.

Door de vervorming van het energie-absorberende materiaal van de helm wordt bij een bepaalde snelheidsverandering de tijdsduur verlengd. Tot ca. 100 msec levert dit voor hersenletsel geen winst op, voor schedelletsel echter wel. Binnen de praktisch toepasbare afmetingen van de helm zal het echter niet mogelijk zijn de duur van de geweldinwerking veel langer te maken dan ca. 50 msec, zodat

op grond van deze gegevens verwacht mag worden dat een helm niet veel bescherming zal bieden tegen primair hersenletsel, maar wel tegen schedelletsel (Rayne & Maslen, 1969) en secundair hersenletsel.

Welke mate van bescherming hier gewenst is, dus hoe groot de vervormingsweg van het energie-absorberende materiaal moet zijn, is een keuzeprobleem dat met behulp van o.a. gedetailleerde ongevallengegevens opgelost moet worden.

De voorlopige indruk is dat de weerstand van het hoofd tegen hoekversnellingen zodanig is dat deze in normale gevallen geen probleem zullen vormen. Wel moet er voor worden gewaakt dat de helm niet ergens achter kan blijven haken, waardoor toch plotseling hoekverdraaiingen van het hoofd kunnen optreden. Een zo glad mogelijke buitenkant van de helm zonder grote uitsteeksels kan hiervoor zorgen (Parker, 1966).

Penetratie kan worden voorkomen door een harde helmschaal. In hoeverre penetratie echter bij verkeersongevallen (met bromfietsen) een rol speelt is niet bekend en zal nog uit ongevallengegevens moeten blijken.

4. HET EFFECT VAN HET DRAGEN VAN EEN HELM

Waarschijnlijk de eerste die het positieve effect van het dragen van een helm heeft aangetoond was Sir Hugh Cairns die vanaf 1941 een aantal artikelen aan dit onderwerp wijdde (o.a. Cairns, 1946). Sindsdien is het effect van het dragen van helmen regelmatig in statistieken en publikaties tot uitdrukking gekomen. Het materiaal waarop deze conclusies werden gebaseerd vertoont echter grote verscheidenheid.

4.1. Vóór- en nastudies

Het minst directe bewijs wordt geleverd door ongevallenstatistieken te vergelijken uit perioden waarin het percentage dragers van een helm sterk verschilt (bijvoorbeeld als gevolg van een wettelijke maatregel met betrekking tot het dragen van een helm).

Een voorbeeld hiervan is te vinden in Lunenfeld & Varady (1970) waar blijkt dat in drie Amerikaanse staten na het invoeren van een dergelijke wet de volgende reducties optraden:

totale aantal ongevallen	: 30%
ongevallen met gewonden	: 34%
ongevallen met doden	: 21%

De vraag of deze verbetering kan worden toegeschreven aan het dragen van een helm is niet te beantwoorden (vooral niet omdat de drie staten onderling grote verschillen vertonen: één staat geeft 160% méér ongevallen in de na-periode.

Een indicatie voor een betere bescherming van de motorrijder in de na-periode wordt geleverd door de verhouding tussen het aantal (ongevallen met) doden en het totale aantal ongevallen en tussen het aantal (ongevallen met) gewonden en het totale aantal ongevallen. Gegevens voor Nieuw-Zeeland tonen een duidelijke verbetering van het eerste verhoudingsgetal (van 1:18 naar 1:38) (Lunenfeld & Varady, 1970). Het tweede verhoudingsgetal, maar ook beide verhoudingen berekend voor de drie Amerikaanse staten, vertonen volgens hen geen verbetering.

Een iets duidelijker aanwijzing voor het effect van het dragen van een helm bieden ongevallencijfers uit vóór- en na-periode waarbij rekening is gehouden met het aantal motorfietsen op de weg (verrekening van het jaarkilometrage zou nog beter zijn). Parsons (1970) berekende het aantal gedode motorrijders per 10.000 geregistreerde motorfietsen voor drie andere Amerikaanse staten en vond een verhoudingsgetal van 10,9 over de tijd waarin er geen wet tot het verplicht dragen van een helm was, 9,3 voor een jaar waarin de wet van kracht werd of werd gewijzigd en 7,9 voor een vol jaar met in werking zijnde wet.

Het is mogelijk om bij een dergelijke voor- en navergelijking behalve het aantal motorfietsen ook andere factoren in rekening te brengen als:

- a. ongevallencijfers voor vergelijkbare gebieden zonder wet;
- b. toenemend aantal andere motorvoertuigen;
- c. andere factoren die de verkeersveiligheid beïnvloeden zoals het weer, voertuigontwerp, wegeaanleg, verkeersborden, -tekens en -regels;
- d. percentage dragers van een helm in beide perioden.

Dit is gebeurd door Foldvary & Lane (1964) voor de staat Victoria in Australië. Zij concluderen: het risico van dodelijk letsel bij een ongeval wordt tot een derde gereduceerd wanneer de motorrijder een helm draagt.

4.2. Helmdragers - Niet-helmdragers

4.2.1. Overlijdenskans

Een andere - meer directe - methode om de overlijdenskans bij een ongeval te vergelijken voor helmdragers en niet-helmdragers is gebaseerd op ongevallencijfers waarbij per ongeval is aangegeven of de motorrijder een helm droeg.

Chandler & Thompson (1957) komen op deze wijze tot een reductie van ca. 40%. Zij berekenen ook de verandering in kans op ernstig of licht letsel en maken een onderverdeling naar binnen of buiten bebouwde kom. Binnen de bebouwde kom is de reductie in dodelijke afloop 30%; de reductie in ernstig letsel 14% en nauwelijks

reductie in licht letsel. Buiten de bebouwde kom zou dragen van een helm de overlijdenskans met ca. 50% doen dalen (in letsels geen of nauwelijks vermindering).

4.2.2. Kans op hoofdletsel

Men kan zich afvragen of het juister is om niet te kijken naar de totale verkeersveiligheid, maar naar wat het dragen van een helm verondersteld wordt te bewerkstelligen: vermindering van (aantal en ernst van) hoofdletsels.

Ten aanzien hiervan is uit het materiaal van Chandler & Thompson (1957) af te leiden dat dragen van een helm de kans op hoofdletsel met ca. een derde vermindert.

In een onderzoek in Birmingham (Mackay, 1968) bij een beperkt aantal verongelukte motorrijders vond men bij helmdragers 20% hoofdletsel, bij niet-dragers 47% (reductie van ruim 50%).

In een Nederlands onderzoek (CBS, 1957) bij 1069 gewonde en 38 overleden motorrijders is slechts een reductie van 50% hoofdletsel naar 42% (dus 16% vermindering) te constateren.

Een recent onderzoek van de California Highway Patrol (1968) komt aan de hand van een steekproef met 970 gewonden en doden weer tot ruim 50% vermindering van hoofdletsel bij het dragen van een helm. Wat betreft het type hoofdletsel dat door de helm wordt voorkomen vermeldden Cairns & Holbourn (1943) al:

"Met een zgn. "pulp helmet" namen de schedelfracturen tot een kwart af en de ernst was aantoonbaar minder. Ook was een duidelijke invloed op de ernst van het hersenletsel waar te nemen. Zo kwam langdurige amnesie (geheugenverlies) als deel van een commotio cerebri slechts in een derde van de gevallen met helm voor, berekend ten opzichte van de geheel onbeschermd groep.

Opname in een ziekenhuis wegens niet-dodelijk hersenletsel werd door het dragen van een "pulp helmet" met 50% verminderd".

Lunenfeld & Varady (1970) hebben de gegevens van Cairns & Holbourn samengevoegd met meer recente gegevens waarna bleek dat bij helmdragers de vermindering van hersenletsel wél, maar die van afzonderlijke schedelletsels niet statistisch significant was.

In tabel 6 zijn de resultaten van een Nederlands onderzoek van Aarts (1963) ondanks het zeer geringe aantal gevallen, weergegeven omdat het een (verdere) onderverdeling naar type hoofdletsel geeft.

Een geheel andere manier om het effect van helmen te bepalen is een bestudering van helmen die bij ongevallen zijn beschadigd. Een dergelijk onderzoek is niet aangetroffen.

4.3. Nederlandse situatie

Welke reductie in het aantal dodelijke ongevallen dan wel in aantal en ernst van hoofdletsels kan nu bij het dragen van een helm door bromfietzers van toepassing worden geacht? De getallen die in de voorafgaande paragrafen genoemd zijn lopen nogal uiteen. Redenen hiervoor kunnen zijn verschillen in:

- a. rijomstandigheden (binnen en buiten de bebouwde kom, in 1940, 1950 en 1960 aanzienlijk verschil in omstandigheden, vergeleken met 1970);
- b. voertuigen (lichte en zware motoren);
- c. bestuurders (met name de samenstelling naar leeftijdgroep);
- d. kwaliteit van helm (vroeger slechter);
- e. samenstelling van de steekproef (al dan niet inclusief ongevallen met materiële schade, licht letsel, ernstig letsel, dodelijk letsel) en volledigheid van de registratie;
- f. definities van begrippen als licht letsel of ernstig letsel, hoofdletsel.

Lunenfeld & Varady (1970) hebben het materiaal van een aantal uiteenlopende steekproeven samengevoegd en berekend dat gemiddeld genomen de kans op overlijden bij het dragen van een helm 40% kleiner is. Gezien de bovengenoemde factoren zou dit als een conservatieve waarde voor de huidige situatie met betrekking tot bromfietzers kunnen worden opgevat.

De vermindering van de kans op hoofdletsel bij het dragen van een helm wordt door Lunenfeld & Varady op dezelfde wijze berekend op ca. 30%.

4.4. Negatieve effecten?

Van tijd tot tijd worden er veronderstellingen gemaakt over incidentele negatieve effecten van het dragen van helmen. Beperking van gehoor of gezichtsveld of verslappende aandacht als gevolg van een gevoel van onbehagen zouden bijdragen tot het ontstaan van ongevallen. Het hoge gewicht van de helm of de mogelijkheid om ergens achter te blijven haken of slecht passende helm zouden de gevolgen van een ongeval verergeren. Voor deze veronderstellingen is geen steun gevonden in de onderzochte literatuur.

Wel werd gevonden dat bij navraag bij een groot aantal instanties waar motorongevallen worden geregistreerd geen enkel geval te vinden was waarin het dragen van een helm aanleiding was geweest tot letsel dat anders niet was ontstaan (Snively, 1971).

Het is wel bekend dat bij onderzoek naar het effect van dragen van een helm op het letselpatroon een schijnbaar negatief effect optreedt ten aanzien van gelaatletsels. Dit wordt echter veroorzaakt doordat deze letsels minder vaak gediagnostiseerd worden bij aanwezigheid van ander hoofdletsel, ook al zijn zij aanwezig (Hötte, 1970).

5. BEZIT VAN HELMEN BIJ BROMFIETSBEZITTERS

Uit een enquête onder bromfietsbezitters in 1970 is bekend hoeveel procent van de bromfietsbezitters een helm bezit en welke persoonlijke gegevens van invloed zijn op dit percentage. Voor een beschrijving van deze enquête wordt verwezen naar de brochure De bromfietser en de verkeersveiligheid (SWOV, 1973).

Uit tabel 7 blijkt een duidelijk verschil in bezit van helmen tussen mannen en vrouwen: 28% tegen 11%. Wel kan worden geconstateerd dat het helmbezit in twee jaar tijd met ruim 50% is toegenomen. Dit geldt zowel voor mannen als voor vrouwen en voor alle leeftijdsgroepen (mannen + vrouwen) met uitzondering van de groep 25 t/m 29 jaar. Hoewel er verschillen bestaan tussen leeftijdsgroepen ten aanzien van het helmbezit is er geen erg duidelijke trend te onderscheiden, behalve dat de leeftijdsgroep 50 jaar en ouder bij zowel mannen als vrouwen het laagste percentage helmbezit vertoont.

Dit hangt volgens tabel 8 bij mannen samen met het relatief lage percentage helmbezit bij gepensioneerden (17%). Bij vrouwen is dit in de eerste plaats het gevolg van het geringe percentage bij huisvrouwen in tegenstelling tot de percentages bij werkende vrouwen en scholieren (7% tegen resp. 13 en 17%).

Bij mannen is er binnen de groep werkende bromfietsbezitters (tabel 9) een samenhang met de beroepsklasse: in de groep "hogere employé's en zelfstandigen" is het percentage helmbezit lager dan bij de groepen "overige employé's" en "arbeiders" (20% tegen resp. 27 en 30%). Bij vrouwen is het onderscheid naar beroepsklasse weinig zinvol omdat ruim 80% binnen één klasse valt.

Bij mannelijke bromfietsbezitters neemt het percentage helmbezit af naarmate de welstandsklasse waartoe zij behoren lager is (resp. 49, 32, 26 en 24%)(tabel 10). Bij vrouwelijke bromfietsbezitters is deze samenhang nauwelijks terug te vinden.

Zowel ten aanzien van het regionale gebied als van de urbanisatiegraad van hun woonplaats vertonen bromfietsbezitters slechts geringe verschillen in de percentages helmbezit (tabel 11 en 12).

Het percentage helmbezit bij mannelijke en vrouwelijke bromfietsbezitters neemt toe met het jaarkilometrage. Het sterkst is deze samenhang te zien bij jeugdige bromfietsers (tabel 13).

De relatie tussen rijervaring en helmbezit blijkt van minder belang (tabel 14).

Bij mannelijke bromfietsbezitters is er een aanzienlijk verschil in helmbezit tussen de bezitters van een zware en die van een lichte bromfiets (resp. 31 en 14%)(tabel 15). Het aantal vrouwen dat een zware bromfiets bezit is klein, maar ook hier is het verschil in helmbezit herkenbaar (21 tegen 8%).

6. OPVATTINGEN OVER HET DRAGEN VAN EEN HELM

6.1. Verplicht dragen van een helm

Het percentage bromfietsbezitters dat bij een enquête opgeeft bezwaar te hebben tegen het verplicht dragen van een helm kan variëren, afhankelijk van de letterlijke vraagstelling, van de aard van voorafgaande vragen en de geboden antwoordcategorieën. In de enquête 1970 gaf 31% van de ondervraagden op bezwaar te hebben. Een belangrijk effect op dit percentage heeft de leeftijd: bij zowel mannen als vrouwen zijn het vooral de jeugdige bromfietsbezitters die bezwaren vertonen (tussen 16 en 21 jaar: 40%).

De verschillen tussen de groepen "werkenden", "gepensioneerden", "scholieren" en "huisvrouwen" zijn voor een groot deel terug te voeren tot leeftijdsverschillen (tabel 16).

Bij een onderverdeling naar de welstandsklasse van het huishouden blijkt dat zowel mannen als vrouwen uit de hoogste klasse het meest bezwaren hebben (tabel 17). De laagste klasse vertoont voor mannen en vrouwen een tegengesteld beeld: bij mannen is er meer bezwaar dan bij vrouwen (resp. 37 en 27%).

Er bestaat enig verschil in percentage bezwaar tussen de regionale gebieden (tabel 18). De volgorde van toenemend bezwaar bij mannen is: Oost, Noord, West, Zuid; bij vrouwen: Noord, Oost, West, Zuid.

De urbanisatiegraad van de woonplaats is alleen bij vrouwen van invloed op het percentage bezwaar in de zin dat in de drie grote steden meer bezwaar wordt gemaakt.

Voor mannelijke bromfietsbezitters bestaat er tussen het jaarkilometrage en het bezwaar tegen verplicht dragen van een helm een ingewikkelde relatie die onafhankelijk is van de leeftijd (tabel 20). Zowel bij de groep met een zeer hoog jaarkilometrage als bij de groep met een jaarkilometrage iets boven het minimum wordt het grootste percentage bezwaar gevonden. Na correctie voor leeftijd is er bij vrouwen geen relatie te vinden tussen jaarkilometrage en percentage bezwaar.

Een verdeling naar rijervaring levert geringe verschillen in percentage bezwaar die verklaarbaar lijken uit de samenhang tussen rijervaring en leeftijd (tabel 21).

Het bezit van een lichte of zware bromfiets vormt bij mannen geen aanwijzing voor het bezwaar tegen het verplicht dragen van een helm (tabel 22).

Het is overigens opmerkelijk dat in een aantal gevallen die groepen bromfietsbezitters die meer bezwaar maken tegen het verplicht dragen van een helm ook de groepen zijn met een hoger percentage helmbezit (zie hoofdstuk 5). Hieruit kan worden afgeleid dat de verschillen in percentage bezwaar eerder een weerspiegeling vormen van principiële opvattingen over een verplichting dan van praktische of sociale bezwaren tegen het dragen van een helm.

6.2. Het nut van een helm (uitsluitend uit oogpunt van verkeersveiligheid)

Bij de vraag naar de opvatting over het verplicht dragen van een helm is niet doorgevraagd naar de aard van de bezwaren. Verondersteld mag worden dat bezwaren niet of nauwelijks gebaseerd zijn op twijfels omtrent het nut van dragen van een helm, omdat bij navraag 94% van de bromfietsbezitters dit nut blijkt in te zien, en geen van de geregistreerde persoonlijke variabelen een samenhang van betekenis met dit percentage toont. Hetgeen de conclusie uit de vorige paragraaf versterkt.

7. GEBRUIK VAN EEN HELM DOOR BROMFIETSERS

Teneinde inzicht te krijgen in het gebruik van helmen door bromfietsers heeft de SWOV een aantal metingen in het verkeer verricht. Het doel van de metingen was de invloed van enkele variabelen te vergelijken zoals geslacht, plaats en seizoen. Ook zijn een aantal metingen verricht speciaal gericht op het dragen van helmen door bromfietsrijdende scholieren,

7.1. Resultaten bromfietsberijders

In voor- en najaar (mei en november) 1971 en 1972 zijn tellingen gehouden van helmgebruik door bromfietsberijders in Arnhem en Den Haag, zowel binnen als buiten de bebouwde kom op werkdagen van 15.30 tot 17.30 uur. Er is onderscheid gemaakt naar geslacht van bestuurder. De resultaten zijn weergegeven in tabel 23.

Uit een analyse van deze gegevens zijn de volgende conclusies te trekken ten aanzien van het helmgebruik door bromfietsberijders.

1. in 1972 meer dan 1971;
2. in het najaar meer dan in het voorjaar;
3. in 1971 wel verschil tussen voor- en najaar, in 1972 nauwelijks verschil;
4. in Arnhem meer dan in Den Haag;
5. buiten meer dan binnen de bebouwde kom;
6. mannen meer dan vrouwen;
7. het verschil tussen binnen/buiten de bebouwde kom is in Den Haag in 1972 teruggelopen t.o.v. 1971, in tegenstelling tot Arnhem, waar het verschil gehandhaafd bleef;
8. het verschil tussen binnen/buiten de bebouwde kom is in Den Haag in het najaar geslonken;
9. het verschil tussen binnen/buiten de bebouwde kom is voor mannen groter dan voor vrouwen.

De eerste drie effecten komen in feite neer op één verschijnsel: het helmgebruik in de eerste meetperiode (voorjaar 1971) is duidelijk lager dan bij de overige drie meetperioden, waar het

helmgebruik op onderling gelijk niveau ligt. Hiervoor zijn enkele interpretaties denkbaar:

a. Halverwege 1971 is helmgebruik sterk gestegen, wellicht door de aankondiging van verplicht stellen van helmgebruik; dit effect was blijvend.

b. Er is een seizoeninvloed als gevolg van verschillende weersomstandigheden; dit effect is in voorjaar 1972 verstoord door een kortstondig effect van de aankondiging van verplicht stellen van het helmgebruik, waarna in najaar 1972 situatie weer gelijk is aan 1971.

c. Er is een seizoeninvloed als gevolg van verschillen in weersomstandigheden in 1971; begin 1972 is er effect van aankondiging verplicht stellen van het helmgebruik; de seizoeninvloed 1972 blijft uit doordat weersomstandigheden in voor- en najaar 1972 minder verschillen dan in 1972.

Opmerkelijk is ook dat in vergelijking tot voorjaar 1971 het aantal getelde bromfietsen in najaar 1971 minder was. In 1972 was het aantal getelde bromfietsen daarentegen in het najaar groter dan in het voorjaar. Dit zou opgevat kunnen worden als een gevolg van ongunstiger weersomstandigheden in najaar 1971 ten opzicht van voorjaar 1971 en minder grote verschillen tussen voor- en najaar 1972. Dit zou de laatste interpretatie ondersteunen.

In de komende jaren zullen de tellingen herhaald worden, waarmee misschien alsnog bepaald kan worden welke interpretatie de voorkeur verdient.

Met het bestaan van genoemde effecten zal het duidelijk zijn dat het zinloos is op basis van de gebruikte steekproef een gemiddeld percentage helmgebruik door bromfietzers te presenteren.

Ook de volgende interacties zijn nog statistisch aantoonbaar:

tussen seizoen en geslacht, tussen stad en geslacht, tussen stad en jaar en tussen geslacht, stad en binnen/buiten bebouwde kom.

Deze effecten zijn echter praktisch van minder belang.

7.2. Resultaten bromfietspassagiers

Het aantal passagiers dat bij deze tellingen is geteld en het helmgebruik daarvan is per meetperiode weergegeven. De aantallen zijn te klein om verdere onderverdelingen te geven; zie tabel 24. De bezettingsgraad (gemiddeld aantal personen per bromfiets) blijkt nagenoeg constant en betekent dat ongeveer één op de tien bromfietsberijders een passagier vervoerde. Het blijkt dat het percentage passagiers dat een helm draagt tot voor kort vrijwel te verwaarlozen valt. Najaar 1972 toont plotseling een sterke toename in helmgebruik door bromfietspassagiers.

7.3. Resultaten scholieren

Gedurende dezelfde meetperioden zijn 's ochtends (07.30 tot 8.30 uur). tellingen verricht bij twee Haagse scholen; zie tabel 25.

Hierbij valt op dat als de resultaten worden vergeleken met die betreffende helmgebruik door mannen binnen de bebouwde kom van Den Haag (op een weliswaar afwijkend tijdstip) in welke tabel het helmgebruik bij scholieren aanzienlijk hoger blijkt. Ook lijkt de stijging van helmgebruik bij scholieren verder te zijn doorgezet dan bij de andere meetplaatsen (hoewel bij MTS het helmgebruik al weer lijkt te dalen).

7.4. Resultaten bij een ander meettijdstip

Binnen de bebouwde kom zijn in 1972 ook van 10.00 tot 12.00 uur tellingen verricht. De resultaten zijn vermeld in tabel 26.

Uit deze cijfers en die van een ander meettijdstip in de overeenkomstige meetperiode op dezelfde plaatsen (zie tabel 23) blijkt bij analyse dat het helmgebruik in Arnhem duidelijk hoger ligt dan in Den Haag, evenals bij mannen ten opzichte van vrouwen, terwijl voor vrouwen het verschil naar tijdstip duidelijk minder is dan voor mannen. Iets minder duidelijk blijkt het verschil naar tijdstip, waarbij het helmgebruik van 10.00 tot 12.00 uur

lager ligt dan van 15.30 tot 17.30 uur.

Dit zou er op kunnen wijzen dat er van 10.00 tot 12.00 uur een andere groep bromfietsers op de weg is dan van 15.30 tot 17.30 uur. Waarin deze groepen van elkaar verschillen (behalve dan in helmgebruik) is onduidelijk, vooral omdat de verhouding man/vrouw in de steekproeven nauwelijks verschilt.

N.B. Gehoopt was dat van 10.00 tot 12.00 uur vooral huisvrouwen op de bromfiets zouden worden aangetroffen.

7.5. Resultaten motor/scooterrijders

Ter vergelijking met de bromfietsberijders is ook het helmgebruik nagegaan van motor/scooterrijders. De resultaten zijn vermeld in tabel 27. Het percentage helmgebruikers is gestaag gestegen. Ondanks de wettelijke verplichting blijkt het helmgebruik echter geen 100%.

AFBEELDINGEN EN TABELLEN

Afbeelding 1. Patrick-curve, tolerantiegrens van het hoofd als functie van de versnelling en de tijdsduur (Fiala, 1970)

Afbeelding 2. Voorgestelde tolerantiegrens van het hoofd als functie van de hoekversnelling en de tijdsduur (Parker, 1966)

Afbeelding 3. Veronderstelde tolerantiegrenzen voor schedelletsel en hersenletsel als functie van de snelheidsverandering en de tijdsduur (naar Rayne & Maslen, 1969)

Tabel 1. Percentuele verdeling van letsels van bromfietzers en motorrijders

Tabel 2. Rangorde van letsels van bromfietzers en motorrijders naar ernst

Tabel 3A. Percentuele verdeling van letsels bij mannelijke bromfietzers naar leeftijdgroep

Tabel 3B. Percentuele verdeling van letsels bij vrouwelijke bromfietzers naar leeftijdgroep

Tabel 4. Hoofdletsel bij overleden bromfietzberijders in 1966

Tabel 5. Percentage hoofdletsels bij gedode en gewonde bromfietzers en motorrijders

Tabel 6. Mogelijke invloed van helm op hoofdletsel bij motorrijders (Bron: Aarts, 1963)

Tabel 7. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per leeftijdgroep in 1967 en 1970

Tabel 8. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht en leeftijdgroep naar bezigheid

Tabel 9. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht naar beroepsklasse

Tabel 10. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht naar welstandsklasse van het huishouden

Tabel 11. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht naar regionaal woongebied

Tabel 12. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht naar urbanisatiegraad woonplaats

Tabel 13. De percentages helmbezit bij bromfietzbezitters per geslacht en leeftijdgroep naar jaarkilometrage

Tabel 14. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar rijervaring (hele leven)

Tabel 15. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar soort bromfiets

Tabel 16. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht en leeftijdsgroep naar bezigheid

Tabel 17. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar welstandsklasse van het huishouden

Tabel 18. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar regionaal woongebied

Tabel 19. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar urbanisatiegraad

Tabel 20. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht en leeftijdsgroep naar jaarkilometrage

Tabel 21. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar rijervaring

Tabel 22. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar soort bromfiets

Tabel 23. De aantallen bromfietsberijders en de percentages helmgebruik daarbij per seizoen en geslacht naar plaats in 1971 en 1972

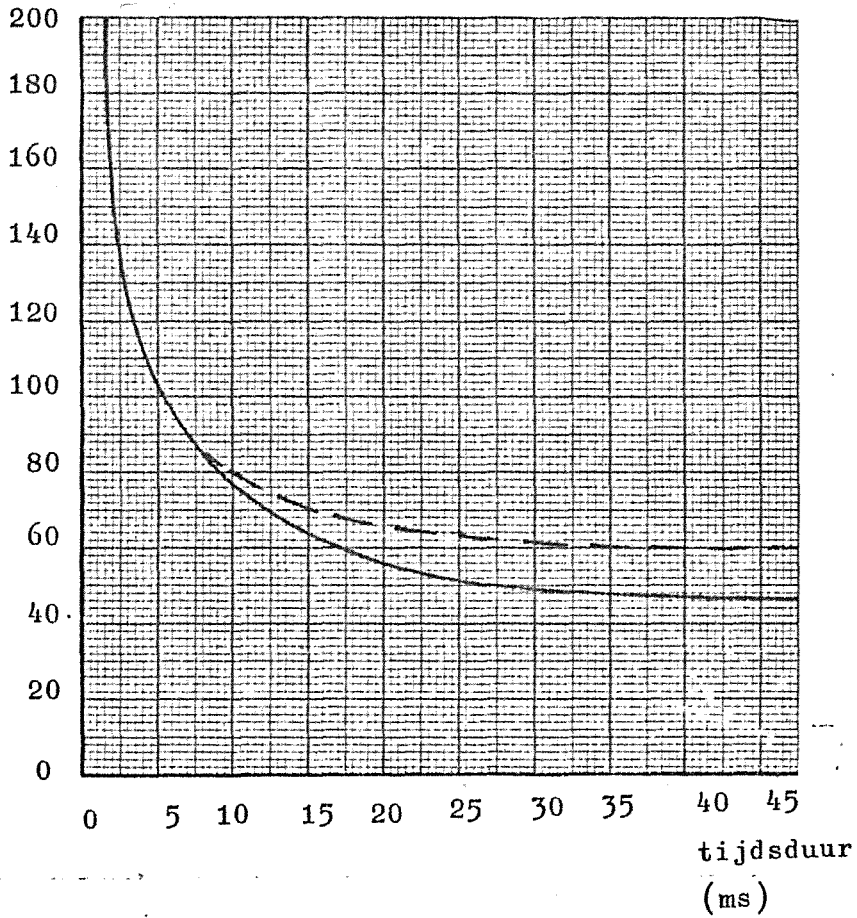
Tabel 24. De aantallen bromfietspassagiers, de percentages helmgebruik daarbij en de bezettingsgraad naar seizoen in de jaren 1971 en 1972.

Tabel 25. De aantallen bromfietsrijdende scholieren en de percentages helmgebruik daarbij naar seizoen in 1971 en 1972

Tabel 26. De aantallen bromfietsberijders en de percentages helmgebruik daarbij per seizoen en geslacht naar tijdstip en plaats

Tabel 27. De aantallen motor/scooterrijders en de percentages helmgebruik daarbij naar seizoen in 1971 en 1972

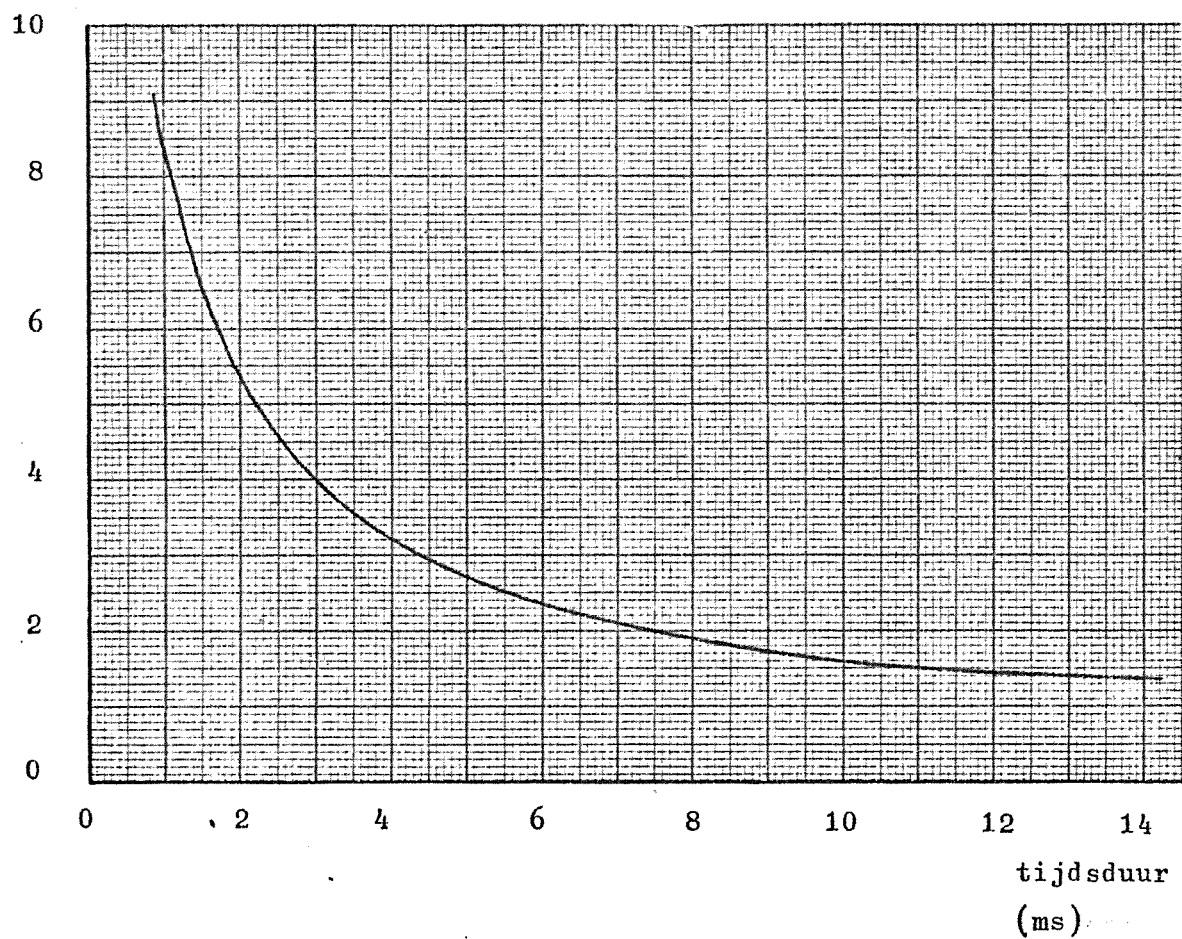
versnelling
(g)



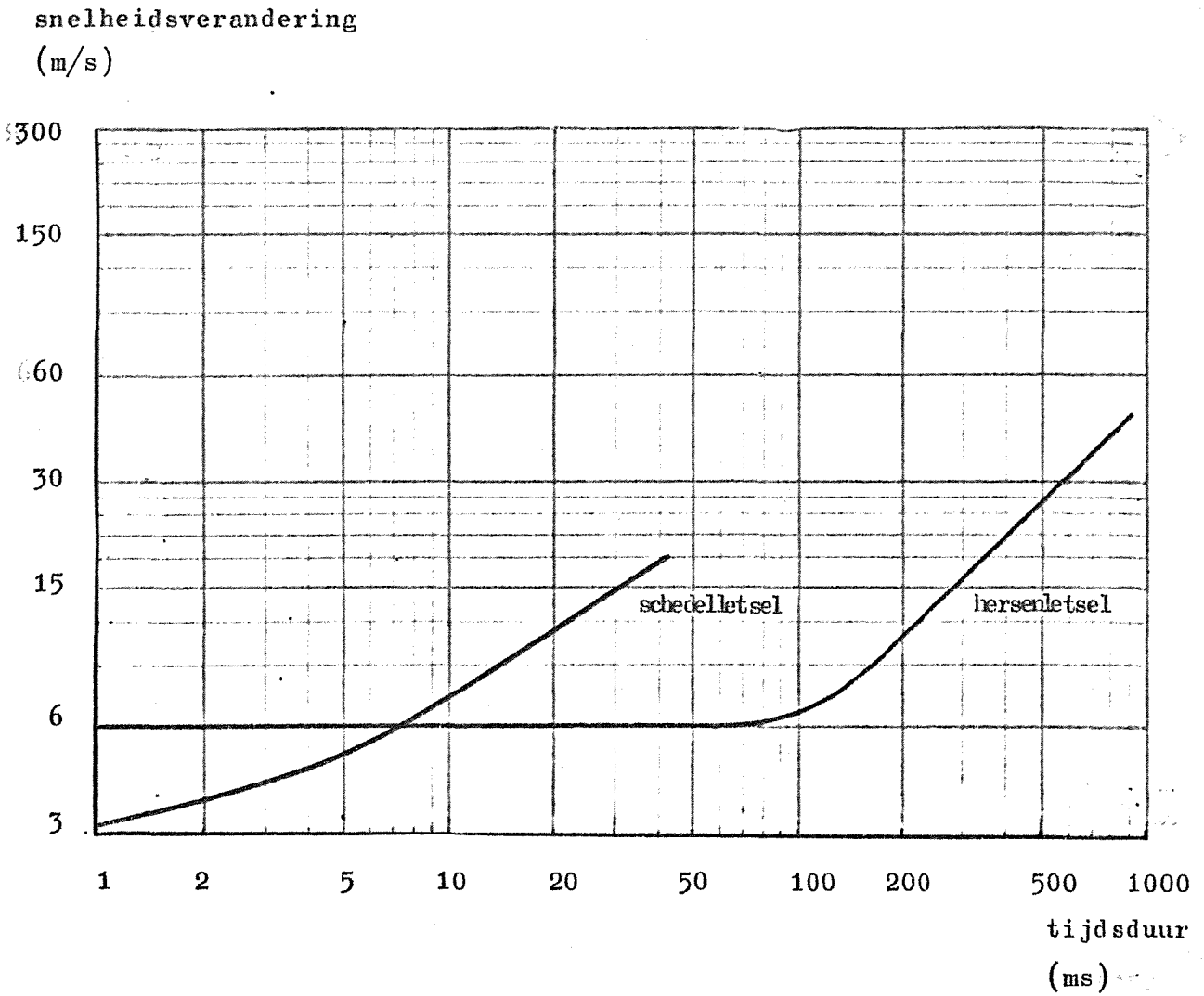
Afbeelding 1. Patrick-curve, tolerantiegrens van het hoofd als functie van de versnelling en de tijdsduur (Fiala, 1970)

— oude curve
-- volgens nieuwste gegevens

hoekversnelling
(10^3 rad/s^2)



Afbeelding 2. Voorgestelde tolerantiegrens van het hoofd als functie van de hoekversnelling en de tijdsduur (Parker, 1966)



Afbeelding 3. Veronderstelde tolerantiegrenzen voor schedelletsel en hersenettsel als functie van de snelheidsverandering en de tijdsduur (naar Rayne & Maslen, 1969)

Letsel	Bromfietzers	Motorrijders	Totaal
	%	%	%
<u>Hoofd/hals</u>			
1. Schedeldakfractuur	2	2	2
2. Schedelbasisfractuur	3	3,5	3
3. Aangezichtfractuur	5,5	4,-	5,5
4. Overige schedelfracturen	0,5	0,5	0,5
5. Intracraniële bloedingen	0,5	1,-	0,5
6. Zwaar intracranieel letsel	8,5	8,5	8,5
7. Commotio	24,5	19,5	24,-
8. Open wond aan oog-orbita	0,5	0,5	0,5
9. Fracturen en luxaties aan halswervelkolom	0,5	0,5	0,5
10. Licht letsel aan hoofd/hals	8,5	8,-	8,5
11. Overig letsel aan hoofd/hals	0,5	---	0,5
Subtotaal	<u>54,5</u>	<u>48,-</u>	<u>53,5</u>
<u>Borst</u>			
12. Fracturen aan ribben of ster- num	1,5	2,-	1,5
13. Intrathoracaal letsel	1,-	1,5	1,-
14. Fracturen aan thoracale wer- velkolom	0,5	1,-	0,5
Subtotaal	<u>3,-</u>	<u>4,5</u>	<u>3,-</u>
<u>Buik/bekkengordel</u>			
15. Tr. digest en parenchymateuze organen (incl. bloedingen)	1,5	2,-	1,5
16. Bekkenverwondingen (incl. lumbale wervelkolom)	1,5	2,-	1,5
17. Overig intra abdominaal letsel	0,5	0,5	0,5
Subtotaal	<u>4,-</u>	<u>4,-</u>	<u>4,-</u>

Tabel 1. Percentuele verdeling van letsels van bromfietzers en motorrijders (eerste gedeelte)

Letsel	Bromfietzers	Motorrijders	Totaal
	%	%	%
<u>Bovenste extremiteiten</u>			
8. Licht letsel	0,5	1,-	0,5
9. Fracturen en luxaties aan schouders	3,5	4,-	4,-
10. Idem aan bovenarm en elleboog	1,5	1,5	1,5
11. Idem aan onderarm en hand	3,5	4,5	4,-
12. Overig letsel	1,-	1,5	1,-
Subtotaal	<u>10,5</u>	<u>12,5</u>	<u>11,-</u>
<u>Onderste extremiteiten</u>			
23. Licht letsel	1,5	1,5	1,5
24. Fracturen en luxaties aan collum en heup	1,5	1,5	1,5
25. Idem aan femor patella en knie	5,-	6,-	5,-
26. Idem aan tibia en fibula	8,-	8,-	7,5
27. Idem aan enkel en voet	3,-	5,-	3,5
28. Overig letsel	<u>4,-</u>	<u>4,5</u>	<u>4,-</u>
Subtotaal	<u>24,-</u>	<u>26,-</u>	<u>24,-</u>
29. Rest	3,5	4,5	4,-
TOTAAL %	100	100	100
aantal	6919	1018	7937

Tabel 1. Percentuele verdeling van letsels van bromfietzers en motorrijders (vervolg)

Rang	Letselnummer (zie tabel 1)	% ontslag	% overleden	Totaal aantal
1	5	66	34	32
2	9	83	17	12
3	13	83	17	23
4	2	85	15	104
5	6	89	11	588
6	4	91	9	11
7	1	93	7	59
8	12	94	6	63
9	10	97	3	133
10	17	97	3	31
11	16	97	3	77
12	29	98	2	102
13	28	99		145
14	25	99	1	300
15	27	99	1	171
16	24	99	1	88
17	19	99	1	9
18	26	99	1	55
19	7	99		639
		gem. verpl. duur in dagen		
20	20	30		
21	14	31		20
22	15	17		71
23	23	16		33
24	8	15		13
25	22	15		9
26	11	12		179
27	3	10		118
28	21	10		18
29	18	6		2

Tabel 2. Rangorde van letsels van bromfietzers en motorrijders naar ernst.

Lettsel	Leeftijdgroep				
	0 t/m 14 jaar	15 t/m 17 jaar	18 t/m 24 jaar	25 t/m 49 jaar	50 t/m e.o.
<u>Hoofd/hals</u>					
1. Schedeldakfractuur	2,5	1,5	2,-	3,-	2,5
2. Schedelbasisfractuur	3,5	2,5	3,-	3,-	4,-
3. Aangezichtfractuur	2,-	6,5	7,5	6,5	5,-
4. Overige schedelfracturen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5. Intracraniële bloedingen	---	0,5	0,5	0,5	0,5
5. Zwaar intracraniëel lettsel	7,-	9,-	9,-	10,-	8,-
7. Commotio	27,-	22,-	23,5	21,5	18,5
3. Open wond aan oog-orbita	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6. Fracturen en luxaties aan halswervelkolom	---	---	0,5	---	---
6. Licht lettsel aan hoofd/hals	4,5	9,-	8,-	9,5	8,-
1. Overig lettsel aan hoofd/hals	---	---	0,5	0,5	0,5
Subtotaal	47,5	51,-	56,5	55,-	48,-
Bovenste extremiteiten	11,-	11,5	14,5	12,-	10,5
Onderste extremiteiten	36,5	27,5	23,-	21,5	27,5
Rest	5,-	9,5	9,5	11,-	13,5
TOTAAL % aantal	100 170	100 1180	100 1689	100 1147	100 840

Label 3A. Percentuele verdeling van letsels bij mannelijke bromfietzers naar leeftijdsgroep

Letsel	Leeftijdgroep				
	0 t/m 14 jaar	15 t/m 17 jaar	18 t/m 24 jaar	25 t/m 49 jaar	50+ e.o.
<u>Hoofd/hals</u>					
1. Schedeldakfractuur	1,-	2,-	2,-	1,-	1,5
2. Schedelbasisfractuur	6,-	2,-	2,-	3,-	3,-
3. Aangezichtfractuur	1,-	4,-	5,-	4,5	4,5
4. Overige schedelfracturen	---	0,5	---	1,-	0,5
5. Intracraniële bloedingen	---	0,5	0,5	0,5	0,5
6. Zwaar intracraniëel letsel	8,5	8,5	8,-	5,5	10,-
7. Commotio	35,5	36,5	34,5	27,5	20,-
8. Open wond aan oog-orbita	---	0,5	1,-	1,-	0,5
9. Fracturen en luxaties aan halswervelkolom	---	1,-	0,5	---	---
0. Licht letsel aan hoofd/hals	7,5	7,5	9,-	7,5	9,-
1. Overig letsel aan hoofd/hals	---	1,-	---	0,5	0,5
Subtotaal	59,5	64,5	62,-	52,5	49,5
Bovenste extremiteiten	10,5	6,5	8,-	11,-	15,5
Onderste extremiteiten	23,-	22,-	20,-	23,5	22,-
Rest	7,-	7,-	9,-	13,5	13,5
TOTAAL % aantal	100 96	100 491	100 722	100 343	100 235

Label 3B. Percentuele verdeling van letsels bij vrouwelijke bromfietzers
naar leeftijdgroep

Aantal bromfietsberijders overleden binnen 30 dagen na ongeval ¹⁾	470	95%
Totaal aantal overleden bromfiets- berijders (incl. overleden na 30 dagen na ongeval) ²⁾	497	100%
waarvan ten gevolge van schedelfractuur	310	62%
waarvan ten gevolge van hersenletsel	98	20%
Totaal aantal bromfietsberijders overleden ten gevolge van hoofdletsel	408	82%

Tabel 4. Hoofdletsel bij overleden bromfietsberijders in 1966
(Bron: 1) CBS - Verkeersongevallenstatistiek en 2) CBS - Gezond-
heidsstatistiek)

Auteur, bron	Gedood	Gewond	Opmerkingen
Aarts (1963)		42%	bromfietzers: gedood of gewond, hersenletsel bij 23%
CBS	82%		bromfietzers
CBS		63%	bromfietzers (incl. aangezichtletsels) idem duopassagiers 51%
Clark & Morton (1971)		32%	motorrijders
Gögler (1962)	94%	70%	motorrijders
Lunenfeld & Varady (1970)	70-80%	12-42%	motorrijders
Schirmer (1969)	92%		bromfietzers
Smith & Dehner (1969)		82%	motorrijders
SMR/SW0V (1972)		54,5%	ziekenhuisopnamen bromfietzers
Snyder (1970)		50%	motorrijders
US Dept. of Health E & W (1967)		50%	ziekenhuisopnamen motorrijders
Vos (1963)		29%	ziekenhuisopnamen bromfietzers
		26%	ziekenhuisopnamen motorrijders

Tabel 5. Percentage hoofdletsels bij gedode en gewonde bromfietzers en motorrijders

Hoofdletsel	Helm			
	wel		geen	
geen	17	70%	4	16%
scheurwonden	2	} 30%	2	} 84%
commotio cerebri	1		9	
contusio cerebri	-		5	
fracturen	3		4	
verbrijzeling	1		1	
totaal	24		25	

Tabel 6. Mogelijke invloed van helm op hoofdletsel bij motorrijders (Bron: Aarts, 1963)

Leeftijdgroep	1967	1970		Totaal
	Totaal	Man	Vrouw	
16-17 jaar	14	29	13	22
18-20 jaar	15	32	13	25
21-24 jaar	18	36	13	26
25-29 jaar	18	26	7	18
30-49 jaar	14	27	10	22
50 ⁺ jaar	10	21	5	18
Totaal 1970		28	11	22
Totaal 1967	14	18	7	

Tabel 7. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per leeftijdgroep in 1967 en 1970

MAN				
Bezigheid				
Leeftijd- groep	Beroep	Gepension.	Schoolgaand	Huisvrouw
16-17 jaar	27	n.v.t.*	30	n.v.t.
18-20 jaar	36	"	28	"
21-24 jaar	35	"	38	"
25-29 jaar	27	"	n.v.t.	"
30-49 jaar	27	"	"	"
50 ⁺ jaar	23	17	"	"
Totaal	28	17	30	"

VROUW

16-17 jaar	7	n.v.t.	19	n.v.t.
18-20 jaar	16	"	6	"
21-24 jaar	13	"	n.v.t.	10
25-29 jaar	14	"	"	5
30-49 jaar	19	"	"	8
50 ⁺ jaar	13	"	"	4
Totaal	13	"	17	7

Tabel 8. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht en leeftijdgroep naar bezigheid

* n.v.t. betekent dat het absolute aantal bromfietsbezitters (met en zonder helm) in de groep kleiner dan 20 is. Deze absolute aantallen zijn terug te vinden in de brochure De bromfietser en de verkeersveiligheid)

Geslacht	Beroepsklasse [*]		
	I	II	III
Man	20	27	30
Vrouw	n.v.t.	12	18

* I = hogere employé's en zelfstandigen (incl. boeren en tuinders)

II = overige employé's

III = arbeiders

Tabel 9. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar beroepsklasse

Geslacht	Welstandsklasse huishouden			
	A (hoog)	B	C	D (laag)
Man	49	32	26	24
Vrouw	11	13	10	10

Tabel 10. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar welstandsklasse van het huishouden

Geslacht	Regionaal woongebied			
	Noord	Oost	Zuid	West
Man	26	33	29	24
Vrouw	7	10	11	12

Tabel 11. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar regionaal woongebied

Geslacht	Urbanisatiegraad woonplaats [*]			
	1	2	3	4
Man	25	28	24	33
Vrouw	10	10	11	14

- * 1 = Drie grote steden met agglomeratie
 2 = Overige steden met meer dan 50.000 inwoners en forensengemeenten
 3 = Kleine steden en verstedelijkt platteland
 4 = Agrarisch platteland

Tabel 12. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar urbanisatiegraad woonplaats

Man		Jaarkilometrage				
Leeftijd- groep	<1000 km	1000 tot 2500 km	2500 tot 5000 km	5000 tot 7000 km	7000 tot 10000 km	>10000 km
16-20 jaar	22	16	31	27	44	44
21-29 jaar	20	29	21	31	46	45
30-49 jaar	14	30	26	39	45	38
50 ⁺ jaar	17	22	15	17	16	25
Totaal	17	25	24	29	42	41

Vrouw	<1000 km	1000 tot 2500 km	2500 tot 5000 km	> 5000 km
16-20 jaar	6	8	13	15
21-29 jaar	10	8	12	29
30-49 jaar	5	19	4	n.v.t.
50 ⁺ jaar	4	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal	7	10	11	19

Tabel 13. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht en leeftijdsgroep naar jaarkilometrage

Geslacht	Rijervaring				
	<5000 km	5000 tot 10000 km	10000 tot 25000 km	25000 tot 55000 km	>55.000 km
Man	20	26	27	33	31
Vrouw	9	15	13	>25000 km: 14	

Tabel 14. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar rijervaring (hele leven)

Geslacht	Soort bromfiets	
	zwaar	licht
Man	31	14
Vrouw	21	8

Tabel 15. De percentages helmbezit bij bromfietsbezitters per geslacht naar soort bromfiets

Man					
Bezigheid					
Leeftijd- groep	Beroep	Gepension.	Schoolgaand	Huisvrouw	Totaal
16-17 jaar	44	n.v.t.	38	n.v.t.	40
18-20 jaar	34	"	41	"	37
21-24 jaar	22	"	34	"	26
25-29 jaar	28	"	n.v.t.	"	29
30-49 jaar	24	"	"	"	24
50 ⁺ jaar	31	32	"	"	32
Totaal	28	32	39	"	31

Vrouw

16-17 jaar	44	n.v.t.	35	n.v.t.	40
18-20 jaar	44	"	34	"	42
21-24 jaar	34	"	n.v.t.	25	29
25-29 jaar	27	"	"	32	31
30-49 jaar	4	"	"	31	28
50 ⁺ jaar	n.v.t.	"	"	25	25
Totaal	37	"	33	30	34

Tabel 16. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht en leeftijdsgroep naar bezigheid

Geslacht	Welstandsklasse huishouden			
	A (hoog)	B	C	D (laag)
Man	43	30	30	37
Vrouw	48	37	32	27

Tabel 17. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar welstandsklasse van het huishouden

Geslacht	Regionaal woongebied			
	Noord	Oost	Zuid	West
Man	28	25	35	32
Vrouw	20	27	39	35
Totaal	20	27	39	35

Tabel 18. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar regionaal woon- gebied

Geslacht	Urbanisatiegraad woonplaats			
	1	2	3	4
Man	31	28	32	32
Vrouw	40	31	35	30

- * 1 = Drie grote steden met agglomeratie
 2 = Overige steden met meer dan 50.000 inwoners en forensengemeenten
 3 = Kleine steden en verstedelijkt platteland
 4 = Agrarisch platteland

Tabel 19. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar urbanisatiegraad

Man		Jaarkilometrage				
Leeftijd- groep	<1000 km	1000 tot 2500 km	2500 tot 5000 km	5000 tot 7000 km	7000 tot 10000 km	>10000 k
	16-20 jaar	30	56	39	41	42
21-29 jaar	11	35	25	26	34	36
30-49 jaar	25	16	30	25	25	21
50 ⁺ jaar	31	38	28	27	16	35
Totaal	25	33	31	31	33	35

Vrouw	<1000 km	1000 tot 2500 km	2500 tot 5000 km	> 5000 km
	16-20 jaar	35	40	56
21-29 jaar	35	32	32	14
30-49 jaar	24	38	4	n.v.t.
50 ⁺ jaar	25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Totaal	30	36	40	25

Tabel 20. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht en leeftijdsgroep naar jaarkilometrage

Geslacht Rijervaring

	<5000 km	5000 tot 10000 km	10000 tot 25000 km	25000 tot 55000 km	>55000 km
	Man	35	36	33	27
Vrouw	35	36	32	>25000: 27	

Tabel 21. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar rijervaring

Geslacht

Soort bromfiets

	licht	zwaar
	Man	36
Vrouw	18	36

Tabel 22. De percentages bromfietsbezitters met bezwaar tegen verplicht dragen van een helm per geslacht naar soort bromfiets

Jaar/Plaats	Voorjaar				Najaar				
	Man		Vrouw		Man		Vrouw		
	I	II	I	II	I	II	I	II	
1971									
Den Haag	Binnen	1105	6	468	4	891	12	466	5
	Buiten	156	19	67	3	137	23	53	9
Arnhem	Binnen	212	9	108	7	174	21	63	8
	Buiten	230	18	113	4	155	40	45	27
1972									
Den Haag	Binnen	1051	13	420	7	1202	14	508	8
	Buiten	156	18	65	12	145	15	77	9
Arnhem	Binnen	197	23	60	20	219	21	81	9
	Buiten	155	41	52	27	226	40	57	25

Tabel 23. De aantallen bromfietsberijders en de percentages helmgebruik daarbij per seizoen en geslacht naar plaats in 1971 en 1972

(I = aantal gepasseerde bromfietsberijders; II = percentage van I met helm)

Meetperiode		I	II	Bezettingsgraad
1971	Voorjaar	240	1	1.10
	Najaar	160	4	1.08
1972	Voorjaar	215	2	1.10
	Najaar	275	13	1.11

Tabel 24. De aantallen bromfietspassagiers, de percentages helmgebruik daarbij en de bezettingsgraad naar seizoen in de jaren 1971 en 1972.

(I = aantal gepasseerde bromfietspassagiers; II = percentage van I met helm)

Meetperiode	MTS		R. Kath. Coll.	
	I	II	I	II
1971 Voorjaar	204	14	---	--
1971 Najaar	221	25	101	20
1972 Voorjaar	207	38	---	--
1972 Najaar	238	33	114	25

Tabel 25. De aantallen bromfietsrijdende scholieren en de percentages helmgebruik daarbij naar seizoen in 1971 en 1972

(I = aantal gepasseerde bromfietsberijders; II = percentage van I met helm)

Tijdstip .	Plaats	Voorjaar 1972				Najaar 1972			
		Man		Vrouw		Man		Vrouw	
		I	II	I	II	I	II	I	II
10.00 - 12.00 uur	Den Haag binnen b.k.	205	7	114	4	249	7	185	4
	Arnhem binnen b.k.	54	19	23	22	67	18	41	17

Tabel 26. De aantallen bromfietsberijders en de percentages helmgebruik daarbij per seizoen en geslacht naar tijdstip en plaats

(I = aantal gepasseerde bromfietsberijders; II = percentage van I met helm)

Meetperiode	I	II
1971 Voorjaar	96	66
Najaar	75	76
1972 Voorjaar	81	80
Najaar	90	94

Tabel 27. De aantallen motor/scooterrijders en de percentages helmgebruik daarbij naar seizoen in 1971 en 1972

(I = aantal gepasseerde motor/scooterrijders;
II = percentage van I met helm)

LITERATUUR

Aarts, J.H. (1963). Ongevalsletsel in het verkeer. Academisch proefschrift. De Rouwe.

Cairns, H. (1946). Crash Helmets. Brit. Med. J. (1946) 2 : 322-323.

Cairns, H. & Holbourn, H. (1943). Head injuries in motor-cyclists with special reference to crash helmets. Brit. Med. J. (1943) 1 : 591-598

California Highway Patrol (1968). A motorcycle accident study.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (1957). Ongevallen met motorrijders en duopassagiers in juni t/m augustus 1956.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (1967). Persoonlijke mededeling.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (1969). Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg 1967. Staatsuitgeverij.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (1971). Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg 1970. Staatsuitgeverij.

Chandler, K.N. & Thompson, J.K.L. (1957). The effectiveness of present-day crash helmets for motorcyclists. Operat. Res. Quart. 8 (1957) 2 : 63.

Chason, J.L. e.a. (1966). Experimental brain concussion: morphologic findings and a new cytologic hypothesis. J. of Trauma 6 (1966):767-779.

Clark, D.W. & Morton, J.H. (1971). The motorcycle accident: A growing problem. J. of Trauma 11 (1971) 3 : 230-237.

Fiala, E. (1970). Die Erträglichkeit mechanischer Stöße für den menschlichen Kopf. Automobiltechnische Zeitschrift 72 (1970) 5 : 167-170.

Foldvary, L.A. & Lane, J.C. (1964). The effect of compulsory safety helmets on motor-cycle accident fatalities. Austr. Road Res. 2 (1964) 1 : 7-24.

Gadd, C.W., Nahum, A.M., Gatts, J. & Danforth, J.P. (1968). A study of head and facial bone impact tolerances. Proc. G.M. Automotive Safety Seminar, Milford 1968. General Motors Safety Research & Development Laboratory.

Gögler, E. (1962). Unfalllopper im Strasztenverkehr. Series Chirugica No. 5. Documenta Geigy.

Hötte, H.H.A. (1970). Orbital fractures. Academisch proefschrift. Van Gorcum & Comp. N.V.

Lunenfeld, H. & Varady, R.G. (1970). Performance requirements for motorcyclists helmets. AIL (Cutler-Hammer)

Mackay, G.M. (1968). Traffic injury in urban environments. Proc. Conf. on Road Safety, Brussel.

Nederlandse Stichting voor Statistiek N.V. v/h (1970). Onderzoek Verkeersongevallen onder berijders van bromfietsen. Rapport A 3911.

ONSER (1963). Le port du casque a réduit le nombre de tués parmi les deux-roues. Onser actualités No. 2.

Parker, A.J. (1966). Aircrew protective helmet performance requirements and design proposals. Report T.M. 1114. The Hymatic Engineering Company Ltd.

Parsons, G.G. (1970). Staff Memorandum on the analysis of motor-cycle fatal crashes in Illinois, Michigan, Oklahoma, and Kansas 1966-1970. U.S. Dept. of Transportation, Nat. Highway Safety Bureau

Rayne, J.M. & Maslen, K.R. (1969). Factors in the design of protective helmets. Aerospace Medicine 40 (1969) 6 : 631-637.

Road Research Laboratory (RRL) (1963). Research on road safety, H.M.S.O. Blz. 444: Requirements of padding materials used in protective helmets.

Schirmer, M. (1969). Pathologisch-anatomische Befunde beim todlichen Verkehrsunfall insbesondere im Hinblick auf die Rolle des Schädeltraumas mit Berücksichtigung der klinischen Symptomatik und der Nachbehandlungsfrage, Diss. München, 1969.

Smith, B.H. & Dehner, L.P. (1969). Fatal motorcycle accidents of military personnel: A study of 223 cases. Military Medicine 134 (1969) 13 : 1477-1487.

Snively, G.G. & Snively, S.A. (1968). Biomechanics of head protection. Proc. Conf. on Road Safety, Brussel.

Snively, G.G. (1971). Personal Communication.

Snyder, R.G. (1970). Human impact tolerance. SAE paper 700398. 1970 International Automobile Safety Conference Compendium. Society of Automotive Engineers, Inc.

SWOV (A.A. Vis & drs. P.C. Noordzij)(1973). De bromfietser en de verkeersveiligheid. Een beschrijving van de groep bromfietsbezitters en van de verkeersonveiligheid van bromfietzers. SWOV-publikatie 1973 - 1N.

U.S. Dept. of Health, Education and Welfare (1967). The motorcycle in the United States. P.H.S. Publ. 999-VIH-7. Public Health Service.

Vos, R. (1963). Verkeersongevallen. Proef R.U. Groningen.