

SCHATTING VAN HET EFFECT VAN LETSELPREVENTIEMAATREGELEN VOOR VOETGANGERS,
FIETSERS EN BROMFIETSERS BIJ BOTSINGEN MET PERSONENAUTO'S

R-85-36

Ir. J.J.W. Huijbers & ir. L.T.B. van Kampen

Leidschendam, 1985

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Bij de beschrijving van de verschillende soorten maatregelen blijkt dat er nog weinig betrouwbare gegevens voorhanden zijn waaruit de effecten van mogelijke letselpreventiemaatregelen voor voetgangers, fietsers en bromfietsers zijn af te leiden. Daarom moet worden volstaan met het maken van schattingen met behulp van de beschikbare gegevens.

Bij de beschreven maatregelen is soms sprake van overlappingen, dan soms beïnvloeden zij elkaar, zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van energie-absorberende lagen op auto's en het verlagen van de (bots)snelheid. De eerst genoemde maatregel zal een soortgelijk effect sorteren als het dragen van een helm, met het verschil dat niet beschermd wordt tegen contact met de grond, maar dat andere delen van het lichaam dan het hoofd wel beschermd worden bij contact met het voertuig. De tweede maatregel zal direct tot een verlaging van het aantal doden en gewonden leiden, en is een randvoorwaarde voor de eerste maatregel, daar het effect van de eerste maatregel in een beperkt botssnelheidsinterval zal werken. Door de EEVC werkgroep 7 (EEVC, 1982) is daarvoor een botssnelheidsinterval van 0-40 km per uur aanbevolen.

De afzonderlijk geschatte effecten per maatregelsoort kunnen dan ook niet zonder meer opgeteld worden.

Uit de beschouwing van de maatregelsoorten onderverdeeld naar maatregelen aan de auto, tweewieler, mens of omgeving blijkt dat bij maatregelen aan de auto, de omgeving en de mens de grootste reducties te verwachten zijn. De invloed van de tweewieler als letselveroorzaker lijkt uit Amerikaans onderzoek ondergeschikt te zijn, terwijl dit, zij het sterk afhankelijk van de botssnelheid ook geldt voor contact met de grond. Dit laatste is echter alleen onderzocht bij voetgangers.

Het verlagen van de botssnelheid zal de grootste reductie van het aantal doden en gewonden tot gevolg hebben. De reductie is afhankelijk van de gerealiseerde botssnelheidsverdeling, maar het effect is in potentie groot.

Het aanbrengen van een goed gedimensioneerde energie-absorberende laag op de personenauto zal samen met beïnvloeding van de kinematica een relatief grote reductie tot gevolg hebben. Bij een onveranderd beleid

aangaande de rijsnelheden, en dus botssnelheden, zal er een besparing van 20-50% van de gewonde of overleden voetgangers en fietsers bij botsingen met personenauto's te verwachten zijn (80 - 200 doden en 900 - 1700 in een ziekenhuis opgenomen gewonden). Op het totale aantal doden en geregistreerde gewonden bij voetgangers en fietsers zou dat een reductie van 10 tot 30% betekenen.

De reductie van het aantal gewonde of overleden bromfietsers zal door een andere verdeling van ongevallen en botstypen en door het feit dat het hoofd van bromfietsers reeds beschermd is door een helm, geringer zijn.

Het effect van maatregelen aan de fiets zal, gezien het relatief geringe aandeel van de fiets in het veroorzaken van letsel, eveneens gering zijn. De reductie is te schatten op ongeveer 10 - 15%.

Bescherming van het lichaam, te verdelen in bescherming van het hoofd door middel van een helm en bescherming van de rest van het lichaam met behulp van speciaal ontworpen kleding, heeft reeds met succes ingang gevonden bij de gemotoriseerde tweewielerberijders. Het dragen van een helm door voetgangers en fietsers zal vermoedelijk gelijke effecten kunnen opleveren als voor bromfietsers zijn vastgesteld. De vraag is echter of een dergelijke maatregel praktisch uitvoerbaar is. Bovendien kan een groot deel van het effect van de soort maatregel nl. het bieden van bescherming aan letselgevoelige lichaamsdelen, ook op een andere wijze worden bereikt, nl. door maatregelen aan de auto.

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding

2. Mogelijke maatregelen en geschatte effecten

2.1. Maatregelen aan de auto

2.1.1. Beheersing van de botssnelheid

2.1.2. Beheersing van krachten ten gevolge van contact met de auto

2.1.3. Beheersing van de kinematica van het slachtoffer

2.2. Maatregelen aan de tweewieler

2.2.1. Beheersing van de botssnelheid

2.2.2. Beheersing van krachten ten gevolge van contact met tweewieler en auto

2.2.3. Beheersing van de kinematica van het slachtoffer

2.3. Maatregelen aan de mens

2.3.1. Beheersing van krachten

2.4. Maatregelen aan de omgeving

2.4.1. Beheersing van krachten

3. Resultaten uit de literatuur

Literatuur

Afbeeldingen en Tabellen

VOORWOORD

Naar aanleiding van de betrokkenheid bij het opstellen van het Nationaal Verkeersveiligheidsplan 1985 en de bijdragen die de SWOV leverde in de internationale EEVC-werkgroepen 7 en 8 (EEVC: European Experimental Vehicles Committee), ontstond behoefte aan zo goed mogelijke schattingen van de mogelijke effecten van in de toekomst te nemen maatregelen op het gebied van letselpreventie ten behoeve van voetgangers, fietsers en bromfietsers.

Een probleem bij dergelijke schattingen zoals deze in de literatuur voorkomen is dat ze veelal buiten een geïntegreerde context worden geplaatst en daardoor moeilijk te interpreteren zijn. Diverse maatregelen hebben ook invloed op andere dan de direct beoogde factoren. Maatregelen kunnen elkaar beïnvloeden in positieve; dan wel in negatieve zin en het effect van verscheidene maatregelen samen is in het algemeen niet gelijk aan de rekenkundige som van de effecten van deze maatregelen afzonderlijk.

Er mogen geen exacte effectiviteitswaarden verwacht worden. Het is met de huidige stand van de kennis niet mogelijk deze op te stellen. Wel zijn schattingen gebaseerd op een gedegen kennis van de literatuur en inzicht in het letselproducerend proces, gezien tegen de achtergrond van letselpreventie als een probleem bestaande uit vele met elkaar samenhangende factoren.

Het rapport is samengesteld door ir. J.J.W. Huijbers en ir. L.T.B. van Kampen van de afdeling Crash en Post-crash Onderzoek.

Prof. ir. E. Asmussen, directeur

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. INLEIDING

Door maatregelen te nemen die zijn gebaseerd op de resultaten van thans lopende onderzoekprojecten op het gebied van letselpreventie, zullen vele doden en gewonden in het verkeer bespaard kunnen worden.

Op basis van de op dit moment beschikbare kennis zal een schatting worden gemaakt van de aard en de omvang van de effecten die mogen worden verwacht, als de beoogde maatregelen ook daadwerkelijk gerealiseerd zouden kunnen worden. In het algemeen zal daar echter nog veel ontwikkeling en onderzoek bij nodig zijn.

Het doel van dit rapport is derhalve een indicatie te geven aan beleidsinstanties van relevante ontwikkelings- en onderzoeksgebieden. Hierbij zal vooral aandacht worden geschonken aan die slachtoffers onder voetgangers en tweewielerberijders welke het gevolg zijn van botsingen met personenauto's, vanwege het grote aandeel van dit type ongeval bij de overleden of gewond geraakte voetgangers, fietsers en bromfietsers. Het door de VOR geregistreeerde aantal slachtoffers in het verkeer bij botsingen met personenauto's bedroeg in 1983, onderverdeeld naar wijze van verkeersdeelname:

	Overleden	Gewond (opgenomen in ziekenhuis)
Voetgangers	156	1234
Fietsers	237	2180
Bromfietsers	41	1751

Hierbij kan worden opgemerkt dat het werkelijke aantal gewonden groter is doordat de registratie niet compleet is (Maas, 1982). De te schatten effecten uitgedrukt in aantallen slachtoffers zullen in werkelijkheid dan ook groter uitvallen.

Deze effecten zullen doorgaans in percenten te besparen slachtoffers worden uitgedrukt. De percentages moeten worden gezien als ruwe schattingen - ordegroottes - vandaar dat er geen betrouwbaarheidsintervallen bij vermeld zullen worden. De genoemde percentages zijn overigens zonder meer niet cumulatief.

2. MOGELIJKE MAATREGELEN EN GESCHATTE EFFECTEN

In dit rapport zal uitsluitend worden ingegaan op botsingen tussen personenauto's en voetgangers, fietsers en bromfietsers.

Bij het botsproces zijn drie soorten maatregelen te onderkennen waarmee beheersing van dit proces mogelijk is en waardoor er vermindering in aard en omvang van letsels en van het aantal doden en gewonden te verwachten is.

1. Beheersing van de botssnelheid, dit is de snelheid bepaald door de snelheden van de botspartners net voor de botsing.
2. Beheersing van de optredende vertragingen en krachten als gevolg van het contact tussen de botspartners.
3. Beheersing van de kinematica van het slachtoffer waardoor o.a. de relatieve snelheid tussen (het hoofd van) het slachtoffer en de botsende auto verminderd wordt.

Er is hierbij een duidelijk verschil te constateren tussen botsingen van auto's met voetgangers en die met een tweewielerberijders, daar bij de laatste de tweewieler in het letselproces ook een rol kan spelen (Cross & Fisher, 1977; Roland e.a., 1979). Of, hoe en in welke mate dit gebeurt, hangt sterk af van het botstype, d.w.z. de richting waaronder de botspartners met elkaar in contact komen.

Bovenstaande onderverdeling van mogelijke soorten maatregelen is in Tabel 1 weergegeven, waarbij een nadere onderverdeling naar auto, tweewieler, mens en omgeving is gemaakt.

Bij deze soorten maatregelen is soms sprake van overlappingsen, maar ook van elkaar tegenwerkende effecten. Wat goed is voor voetgangers, hoeft niet altijd goed te zijn voor tweewielerberijders. Dit lijkt vooral ten aanzien van voertuigvorm die o.a. sterk bepalend is voor de plaats van het eerste contact (bumpers - knieën).

Voor het merendeel van de maatregelen mag echter op een gelijk gericht effect gerekend worden, alhoewel het niveau van eisen te stellen aan maatregelen voor voetgangers anders kan zijn dan voor fietsers en bromfietsers.

Dit voert echter tot een te specialistische beschouwing, die bovendien op dit moment, gezien de stand van zaken op het onderzoekgebied, nog niet nader gekwantificeerd kan worden.

2.1. Maatregelen aan de auto

2.1.1. Beheersing van de botssnelheid

Voetgangers

Op theoretische gronden, overigens bevestigd door de praktijk, moet worden aangenomen dat reductie van de botssnelheid een belangrijk positief effect op de letselernst zal hebben (EEVC, 1982).

Op grond van de relatie tussen botssnelheid van de auto en letselernst van de voetganger, zoals beschreven door Ashton & Mackay (1979) aan de hand van de bestudering van ruim 200 "in depth" onderzochte voetganger - autobotsingen, kan worden gesteld dat, indien alle botsingen plaatsvinden met een snelheid kleiner dan 30 km/uur, er bijna geen voetgangers meer ten gevolge van dergelijke botsingen zullen overlijden (Afbeelding 1). Andere onderzoekers tonen een overeenkomstige relatie aan tussen botsnelheid en letselernst, zoals uit het overzicht van Niederer e.a. (1983) blijkt (Afbeelding 2). In deze studie is tevens een overzicht gegeven van de cumulatieve frequentieverdelingen van gereconstrueerde botssnelheden bij verschillende onderzoeken naar voetganger - autobotsingen. Hierbij is een onderverdeling gemaakt naar alle gerapporteerde ongevallen, en die met ernstig gewonden en met doden (Afbeelding 3). Ook hier blijkt dat slechts een gering deel van de dodelijk verongelukte voetgangers is aangereden met een bots(= voertuig)snelheid kleiner dan 30 km/uur (8,3 m/s). De literatuur suggereert dat een bijna 100% reductie van het aantal doden gerealiseerd zou worden als alle botsingen zouden plaatsvinden met snelheden lager dan 30 km/uur.

We stellen deze reductie voorzichtigheidshalve op 60%.

Wat betreft de vermindering van het aantal gewonden hangen de uitkomsten sterk af van de verdeling van de botssnelheden zoals die zich zal manifesteren nadat de maatregelen ter reductie van de snelheid zijn ingesteld. Uitspraken op grond van veronderstellingen over die verdeling zijn uiteraard zeer speculatief van aard.

Doch uitgaande van de relatie tussen botssnelheid en letselernst zoals deze in diverse studies is beschreven, kan worden verondersteld dat als de gemiddelde botssnelheid geringer is een verschuiving over het gehele letselernstgebied optreedt.

Bij de schatting van het effect kan onderscheid gemaakt worden in letselernst en het aantal gewonden.

Bij een daling van de gemiddelde botssnelheid zal ook de gemiddelde letselernst afnemen. Het aantal gewonden zal echter eveneens verminderen, daar er meer botsingen met lagere snelheden zullen plaatsvinden en de kans om niet gewond te raken toeneemt.

Te verwachten is dat het grootste effect bij categorieën met de hogere letselernst zal optreden, zodat de grootte van het effect op het aantal gewonden duidelijk geringer zal zijn dan bij de doden.

We stellen de totale reductie op 30%, met de aantekening dat deze sterk afhankelijk is van de verdeling van de gereduceerde botssnelheid.

Bij maatregelen aan de auto ter vermindering van de botssnelheid valt onder andere te denken aan de verbetering van het remsysteem. Realistischer zijn de architectonische verandering van de weg ter begeleiding van snelheidsmaatregelen, met het doel een lager snelheidsniveau uit te lokken. Bij verlaging van de snelheid zal bovendien een deel van de ongevallen voorkomen kunnen worden.

In feite behoren deze snelheidsbeperkende maatregelen thuis onder categorie maatregelen aan de omgeving, maar gezien het gezamenlijke doel zijn ze hier beschreven.

Tweewielers

De relatie tussen botssnelheid en letselernst voor fietsers en bromfietzers bij botsingen met personenauto's is op basis van ongevallenonderzoek beschreven door Roland e.a. (1979) en Otte e.a. (1980).

De botssnelheid bij auto - tweewielerbotsingen wordt, afhankelijk van het botstype, bepaald door de snelheid van de botspartners net voor de botsing.

Evenals bij de voetgangers is bij een toename van de botssnelheid een toename van de letselernst van tweewielberijders geconstateerd. Otte e.a. (1980) vonden dat ongevallen met botssnelheden lager dan 30 km/uur meestal niet dodelijk waren. Zij constateerden bovendien in de groep 24-40 km/uur viermaal zoveel ernstig of dodelijk gewonde slachtoffers dan in de groep 0-24 km/uur.

De relatie tussen botssnelheid en letselernst zoals die voor voetganger - autobotsingen geldt, zal in grote lijnen ook voor de tweewieler - auto-

botsingen gelden. De effecten van (bots)snelheidsbeperkende maatregelen voor auto's zullen voor fietsers en bromfietsers kleiner uitvallen omdat er relatief minder fietsers en nog minder bromfietsers tegen auto's, maar ook nog tegen het front van auto's botsen. Bovendien is de rijsnelheid van fietsers en bromfietsers bij de botssnelheid in bepaalde botstypen niet verwaarloosbaar zoals bij voetgangers.

De reductie van het aantal doden door middel van beheersing van de snelheid van de auto bij de botsing is geringer dan bij de voetgangers en wordt geschat op 50% voor fietsers en 40% voor bromfietsers.

De reductie van het aantal gewonden wordt op overeenkomstige wijze geschat op 25% en 20%, waarbij eveneens de opmerking dat deze effecten sterk zullen afhangen van de verdeling van botssnelheden zoals deze zich dan zullen voordoen.

2.1.2. Beheersing van krachten ten gevolge van contact met de auto

Een belangrijke maatregel ter beheersing van de krachten is ongetwijfeld de auto te voorzien van een, goed gedimensioneerde, energie-absorberende laag op de meest voorkomende contactplaatsen van mens en auto. Bij het schatten van een mogelijk effect ligt de analogie met de bromfietshelm voor de hand.

De reductie van het aantal gewonde of overleden bromfietsberijders in Nederland na het invoeren van de helmdraagplicht is aangegeven als: "een reductie van 40% van het aantal doden en 30% van het aantal gewonden" (SWOV, 1978).

Omdat ook contact met de grond letsel kan veroorzaken zal het effect van een energie-absorberende laag op de auto minder groot zijn dan het helm-effect. Maar ter compensatie, de beschermende laag zal ook een reductie van letsel van andere lichaamsdelen dan het hoofd tot gevolg hebben.

Een schatting van het bedoelde effect is voor voetgangers en fietsers als volgt. Aangenomen wordt dat de invloed van contact met de grond op het totale letsel varieert van 1/2 tot 2/3 bij lagere botssnelheden tot 1/4 en 1/2 bij hogere botssnelheden. Deze aanname is gebaseerd op de relatie tussen botssnelheid, autocontact, grondcontact en letselernst uit Ashton & Mackay (1979) (Afbeelding 1), Roland e.a. (1979) en Otte e.a. (1980).

De schatting van de reductie ten gevolge van padding op hoofdletsels naar analogie van het effect van de bromfietshelm en gecorrigeerd naar invloed van het contact met de grond bedraagt dan: voor de doden (hoge botssnel-

heid) tussen 20% ($40 * 1/2$) en 30% ($40 * 3/4$) en voor de gewonden (lage botssnelheid) tussen 10% ($30 * 1/3$) en 15% ($30 * 1/2$).

Maar door het aanbrengen van de padding zal het effect als gevolg van de reductie van andere letsels dan hoofdletsels groter zijn. Bovendien blijkt uit recent SWOV-onderzoek (Huijbers e.a., 1985) dat de helm door een groot deel van de bromfietzers niet (goed) vastgemaakt wordt. Onder aanname van het feit dat dit verschijnsel ook, zij het misschien in mindere mate, tijdens de bepaling van het effect van de bromfietshelm optrad, zal het werkelijke effect van adequate padding op hoofdletsel groter zijn dan de reeds eerder genoemde 40% en 30%.

Een toevoeging van 10% op de hierboven geschatte percentages lijkt derhalve te verdedigen.

Voor de bromfietzers zal het effect niet zo groot zijn, daar het hoofd reeds een zekere mate van bescherming geniet. Voor deze groep geldt alleen het te verwachten effect op overig letsel, te stellen op 10%.

2.1.3. Beïnvloeding van de kinematica van het slachtoffer

Hieronder vallen de veranderingen aan de vormgeving van auto's, zoals het verhogen of verlagen van bumpers, het veranderen van motorkappen, front- hoeken, enz. Dit met het doel om het contact met de auto met die delen van het lichaam te laten plaatsvinden waar dit minder ernstig letsel veroorzaakt, en om de relatieve snelheid van met name het hoofd ten opzichte van de auto te verminderen. Maar ook het streven om het contact met de grond met die delen van het lichaam te laten plaatsvinden die daar uit oogpunt van weerstand tegen letsel beter tegen kunnen, valt hieronder. Aan welke optimale waarden de variabelen betreffende de voertuigvorm moeten voldoen opdat het letsel geminimaliseerd wordt, is op dit moment onduidelijk. De resultaten van onderzoek zijn strijdig en vaak onvoldoende onderbouwd (EEVC, 1982). Er is in dit opzicht een sterke afhankelijkheid van de botssnelheid. Bij botsingen met botssnelheden kleiner dan 20 km/uur treedt er meestal geen contact op tussen hoofd en auto, met uitzondering van "boxvormige" auto's bij botsingen met kinderen (Ashton & Mackay, 1979). Dus bij lagere snelheden gaat het vooral om reducties bij been- of bekkenletsels en bij hogere snelheden om reducties in been-, bekken- of hoofdletsels.

Geschat wordt dat een reductie van 10% van het aantal doden en gewonden gerealiseerd zal kunnen worden.

2.2. Maatregelen aan de tweewieler

2.2.1. Beheersing van de botssnelheid

Aangezien fietsers meestal zijdelings door het front van de auto worden aangereiden (Huijbers, 1984), lijkt een beperking van de snelheid van fietsers niet veel effect te sorteren. Bij frontale of kop/staartbotsingen valt enig effect te verwachten doordat de snelheid bij het contact tussen het hoofd en de grond zal afnemen. Een dergelijke maatregel zal waarschijnlijk meer effect sorteren bij het streven naar het vermijden van ongevallen.

Voor bromfietsers geldt een enigszins andere verdeling van het type botsing met de auto. Er botsen relatief meer bromfietsers frontaal tegen een auto. Waarschijnlijk is er daarom voor de bromfietsers een groter effect te verwachten van reductie van de rijsnelheden. Vooralsnog wordt een lage schatting van 5% voor de fietsers en 10% voor de motorfietsers gemaakt.

2.2.2. Beheersing van krachten ten gevolge van contact met tweewieler en auto

Contact met tweewieler

Of en zo ja, hoe er contact van het lichaam van het slachtoffer met de tweewieler optreedt hangt af van het botstype.

Bij een zijdelinge botsing zal er contact tussen autofront en been en tussen tweewieler en been optreden. Het daaruit resulterende letsel is o.a. afhankelijk van de massa van de tweewieler (Bourret e.a., 1981). Bij een frontale aangrijping van de tweewieler zal de berijder allereerst met het stuur in aanraking komen.

Uit Amerikaans onderzoek (Cross & Fisher, 1977) blijkt dat contact tussen tweewieler en berijder slechts zelden ernstig letsel tot gevolg heeft. Een reductie van de minder ernstige letsels is te verwachten.

Contact met auto

Gezien het frequent voorkomende zijdelings aangrijpen van tweewielers lijkt een zijdelingse afscherming van de tweewieler voor de hand te liggen. De vraag of dit, gezien de relatief geringe massa veel oplevert kan niet beantwoord worden. Dit geldt ook voor andere maatregelen aan de tweewieler, zoals bijv. specifieke kreukelzone's.

Ten aanzien van de maatregelsoort betreffende de beheersing van krachten past een voorzichtige schatting van de effectiviteit van 5% van het aantal gewonden. Het effect op het aantal doden lijkt nihil, daar de maatregelen voornamelijk betrekking hebben op bescherming van de benen.

2.2.3. Beheersing van de kinematica van het slachtoffer

Over dit onderwerp is geen onderzoek betreffende fietsers bekend. Voor de letselpreventie van motorrijders is een aantal voorzieningen bedacht en getest. De cruciale vraag hierbij - moet de motorrijder aan de motor vast blijven tijdens het ongeval of moet hij als het ware over de auto gelanceerd worden (EEVC, 1984) - is echter nog onbeantwoord.

Voor de praktische uitvoering van de eerste mogelijkheid zijn gordels, eventueel te gebruiken in combinatie met een "air-bag", ontwikkeld, voor de tweede mogelijkheid "knee paddings").

De vraag of deze voorzieningen bruikbaar gemaakt kunnen worden voor fietsers en bromfietsers kan op dit moment niet beantwoord worden. Maar op basis van de verwachten resultaten van maatregelen aan motorfietsen wordt een voorlopige schatting van 5% voor de doden en de gewonden gemaakt.

2.3. Maatregelen aan de mens

2.3.1. Beheersing van krachten

Een onderverdeling is te maken naar bescherming van het hoofd door middel van de helm en bescherming van het lichaam door middel van (speciaal ontworpen) kleding.

Helm

Het effect van het dragen van een helm door bromfietsers kan op grond van onderzoek worden gesteld op een reductie van 40% van het aantal doden en 30% van het aantal gewonden (SWOV, 1978).

Het lijkt aannemelijk dat invoering van een dergelijk hoofddekseel voor voetgangers en fietsers, o.a. gezien de aandelen hoofdletsels bij gewonden uit deze groepen weggebruikers, in een ongeveer identiek effect zou kunnen resulteren. Maar bij de praktische haalbaarheid van een helmdraagplicht of een belangrijke mate van vrijwillig gebruik moeten wel vraagte-

kens gezet worden. Bovendien zal het effect afhangen van de mate van toepassing van energie-absorberende lagen op personenauto's. Bij een volledige toepassing van een dergelijke padding zal het effect van helmgebruik vrijwel alleen resulteren in de reductie van letsels als gevolg van contact met de grond.

Zonder toepassing van energie-absorberende lagen op auto's is er een identiek effect te verwachten als bij de bromfietshelm: 40% voor doden en 30% voor de gewonden.

Uitgaande van de geconstateerde slechte gewoonten bij het bevestigen van de helm door bromfietzers, lijkt het dat deze percentages hoger gesteld kunnen worden. De schatting hiervoor bedroeg reeds 5%. Zodat het maximale effect 45% voor de doden en 35% voor de gewonden bedraagt.

Bij volledige toepassing van de padding zijn de effecten reeds becijferd op 30-40% van het aantal doden en 20-25% van het aantal gewonden. Minimale effecten zijn derhalve 15% van het aantal doden en 15% van het aantal gewonden.

Kleding

In de literatuur zijn alleen de resultaten van beschermde kleding voor motorrijders beschreven (o.a. Aldman e.a., 1981). Hieruit blijkt dat er (grote) reducties in met name de oppervlakteletsels te verwachten zijn. Of dit gezien de relatief geringere eigen snelheid ook voor fietsers en bromfietzers in dezelfde mate geldt is de vraag. Een positief effect is zeer aannemelijk en wordt geschat op een reductie van 5% van het aantal gewonden.

Het totale effect van helm en kleding voor voetgangers en fietsers kan dus voor de doden geschat worden op tussen 15% en 45% en voor de gewonden op tussen 20% en 40%.

Voor bromfietzers gelden effecten ten gevolge van het verbeteren van het dragen van de helm en het dragen van beschermende kleding. De effecten hiervan zijn te stellen op een reductie van 5% van het aantal doden en 10% van het aantal gewonden.

2.4. Maatregelen aan de omgeving

2.4.1. Beheersing van krachten

Hieronder vallen de reeds eerder genoemde maatregelen om de botssnelheid te minimaliseren door bijvoorbeeld lagere snelheidsniveaus te bereiken door architectonische aanpassingen van de weg. Deze maatregelsoort is reeds besproken in par. 1.1.

3. RESULTATEN UIT DE LITERATUUR

Afgezien van de beschreven berekening van de effecten van helmen en kleding (par. 2.3) is er alleen in het kader van het "Forschungsproject Uni-Car" een effectberekening gemaakt voor veiligheidsvoorzieningen aan de buitenzijde van personenauto's (Kühnel e.a., 1982).

Berekend werd de reductie van het aantal gedode voetgangers, fietsers en gemotoriseerde tweewielerberijders bij veranderingen aan het autofront, zoals gerealiseerd in het concept van de "Uni-Car". De uitkomst hiervan bedroeg: "een reductie van 40% van de gedode voetgangers en fietsers en 20% van de motorrijders".

LITERATUURLIJST

Aldman, B.; Thorngren, L.; Bunketorp, O. & Romanus, B. (1980). "An experimental model system for the study of lower leg and knee injuries in car pedestrian accidents". Presented to 8th ESV Conference, Wolfsburg, October 1980.

Aldman, B.; Cacciola, I.; Gustafsson, H.; Nygren, A. & Wersäll, J. (1981). "The protective effect of different kinds of protective clothing worn by motorcyclists". Presented at Vith IRCOBI Conference, Salon de Provence, September 1981.

Ashton, S.J. (1980). "A preliminary assessment of the potential for pedestrian injury reduction through vehicle design". In: Proceedings 24th Stapp Car crash Conference, Troy, Mich., October 1980, pp. 607-636. SAE, Warrendale, 190.

Ashton, S.J. & Mackay, G.M. (1979). "Car design for pedestrian injury minimization". Presented at 7th ESV Conference, Paris, June 1979.

Ashton, S.J. & Mackay, G.M. (1983). "Benefits from changes in vehicle exterior design; Field accident and experimental work in Europe". In: Pedestrian Impact Injury & Assessment. SAE, Detroit 1983.

Bourret, P.; Séjourné, P.; Orsoni, P. & Cavallero, C. (1981). "Lower limb injuries of two-wheelers". In: Proceedings Vith IRCOBI Conference, Salon de Provence, September 1981, pp. 206-218. IRCOBI, Bron, 1981.

Cross, K.D. & Fisher, G. (1977). "A study of bicycle - motor vehicle accidents: Identification of problem types and countermeasure approaches". Volume 3; Final Report. U.S. Department of Transportation, NHTSA, Washington D.C., 1977.

EEVC/CEVE (WG 7) (1982). "Pedestrian injury accidents". Presented to 9th ESV Conference, Kyoto, 1982.

EEVC/CEVE (WG 8) (1984). "Cycle and light powered two-wheeler riders accidents". Presented to 9th IRCOBI Conference, Delft, 1984.

Huijbers, J.J.W. "Factoren van belang voor het verminderen van de ernst van ongevalsletsels en onderzoek naar de blijvende gevolgen ervan bij voetgangers, fietsers, bromfietsers en motorrijders, Deel 1". SWOV (Niet gepubliceerd).

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

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

Kühnel, A.; Blödorn, J.; Appel, H.; Pasch, R.; Rattaj, H. & Wollert, W. (1982). "Realisierung und Wirksamkeitsnachweis von Sicherheitsanforderungen am Beispiel des Forschungs-PKW "Uni Car". T.U. Berlin, 1982.

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

Niederer, P.F.; Schlumpf, M.; Mesqui, F. & Hartmann, P. (1983). "The reliability of anthropometric test devices, cadavers and mathematical models as pedestrian surrogates". In: Pedestrian Impact Injury & Assessment. SAE, Detroit, 1983.

Otte, D. (1980). "A review of different kinematic forms in two-wheel accidents; Their influence of effectiveness of protective measures". In: Proceedings 24th Stapp Car crash Conference, Troy, Mich., October 1980, pp. 561-605. SAE, Warrendale, 1980.

Otte, D.; Suren, E.G. & Grabhöfer, P. (1980). "Unfallcharakteristik von Fahrrädern; Analyse durch Erhebungen am Unfallort". Der Verkehrsunfall (1980) 4.

Roland, H.E.; Hunter, W.W.; Stewart, J.R. & Campbell, B.J. (1979). "Investigation of motorvehicle/bicycle collision parameters". Volume 1; Final Report. U.S. Department of Transportation, NHTSA, Washington D.C., 1979.

SWOV (1978). "Invloed van het gebruik van helmen door bromfietzers en autogordels door inzittenden van personenauto's op de verkeersveiligheid". R-78-22. SWOV, 1978.

AFBEELDINGEN EN TABELLEN

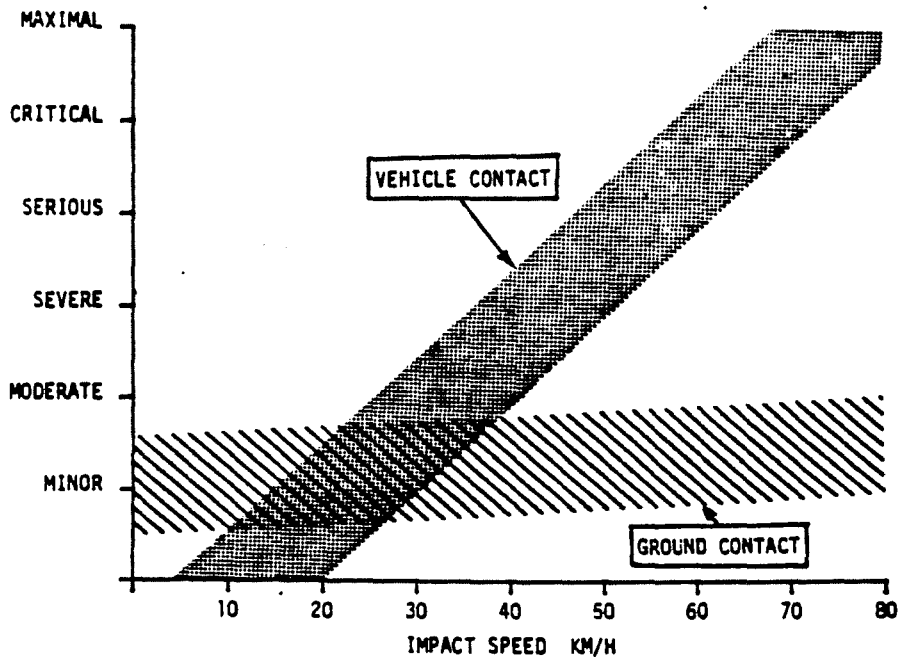
Afbeelding 1. De invloed van het contact met het voertuig en de grond op de letselernst van voetgangers als functie van de botssnelheid (Bron: Ashton & Mackay, 1979).

Afbeelding 2. De relatie tussen letselernst en botssnelheid bij verschillende onderzoeken (Bron: Niederer e.a., 1983).

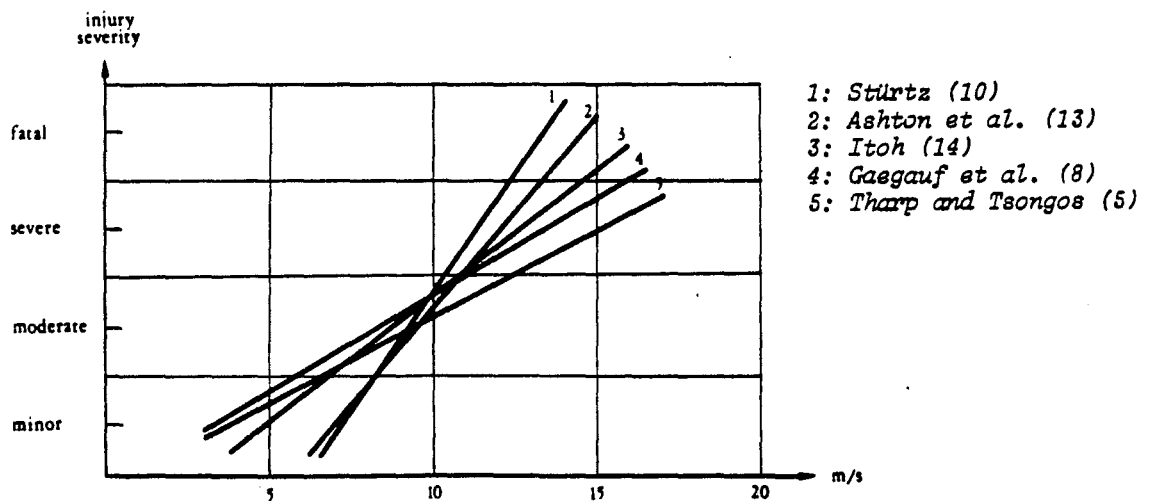
Afbeelding 3. De cumulatieve frequentieverdeling van gereconstrueerde botssnelheden bij botsingen van voertuigen met voetgangers voor alle gerapporteerde ongevallen, met gewonde en met overleden voetgangers bij verschillende onderzoeken (Bron: Niederer e.a., 1983).

Tabel 1. Indeling van soorten letselpreventiemaatregelen voor voetgangers, fietsers en bromfietsers bij botsingen met personenauto's.

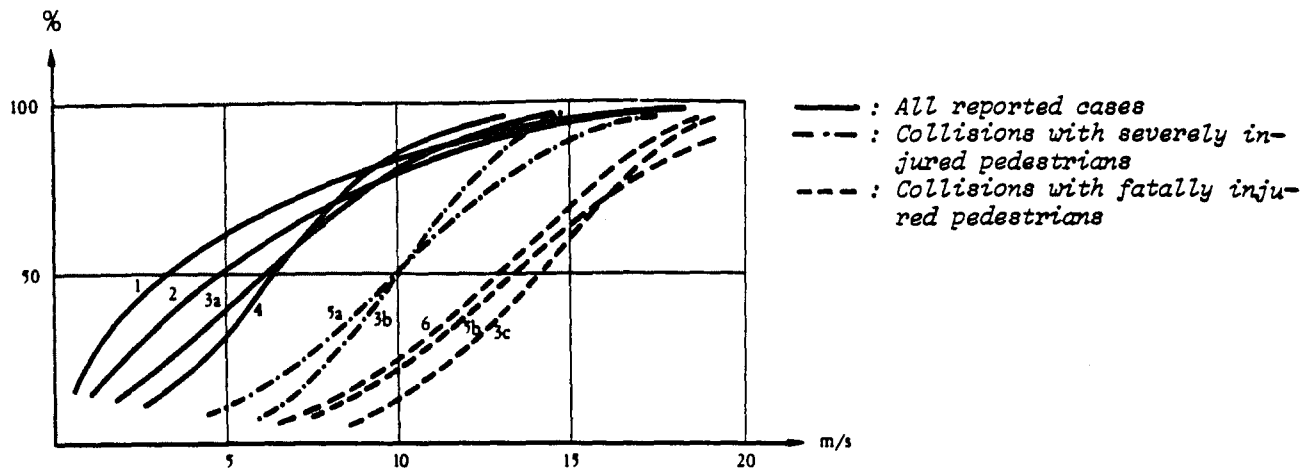
Tabel 2. Schatting van het effect van letselpreventiemaatregelen op het aantal gewonde of overleden voetgangers, fietsers en bromfietsers bij botsingen met personenauto's.



Afbeelding 1. De invloed van het contact met het voertuig en de grond op de letselernst van voetgangers als functie van de botssnelheid (Bron: Ashton & Mackay, 1979).



Afbeelding 2. De relatie tussen letselernst en botssnelheid bij verschillende onderzoeken (Bron: Niederer e.a., 1983).



1: *Tharp and Tsongos (5), 487 cases*
 2: *Danner and Langwieder (6), 1353 cases*
 3: *Ashton and Mackay (7), various samples*

4: *Gaegauf et al. (8), 66 cases*
 5: *Appel et al. (9), Stürtz (10), various samples*
 6: *Hutchinsos (11), 292 cases*

Afbeelding 3. De cumulatieve frequentieverdeling van gereconstrueerde botssnelheden bij botsingen van voertuigen met voetgangers voor alle gerapporteerde ongevallen, met gewonde en met overleden voetgangers bij verschillende onderzoeken (Bron: Niederer e.a., 1983).

MAATREGEL	TYPE ONGEVAL	
	Personenauto-voetganger	Personenauto-tweewieler
1	<u>MAATREGELN AAN DE AUTO</u>	
1.1	- Beheersing van de botssnelheid (snelheid van de auto net voor de botsing)	
1.2	- Beheersing van de krachten ten gevolge van contact met de auto.	
1.3	- Beheersing van de kinematica van het slachtoffer (ter reductie van de snelheidsverschillen tussen het hoofd van het slachtoffer en de botsende auto).	
2	<u>MAATREGELN AAN DE TWEEWIELER</u>	
2.1	- Beheersing van de botssnelheid (snelheid van de tweewieler net voor de botsing).	
2.2	- Beheersing van de krachten ten gevolge van contact met tweewieler en auto.	
2.3	- Beheersing van de kinematica van het slachtoffer	
3	<u>MAATREGELN AAN DE MENS</u>	
3.1	- Beheersing van de krachten op het lichaam.	
4	<u>MAATREGELN AAN DE OMGEVING</u>	
4.1	- Beheersing van de krachten op het lichaam.	

Tabel 1. Indeling van soorten letselpreventiemaatregelen voor voetgangers, fietsers en bromfietsers bij botsingen met personenauto's.

Maatregel	Voetganger		Fietser		Bromfietser	
	overleden	gewond	overleden	gewond	overleden	gewond
1.1	60%	30%	50%	25%	40%	20%
1.2	30-40%	20-25%	30-40%	20-25%	10%	10%
1.3	10%	10%	10%	10%	10%	10%
2.1			5%	5%	10%	10%
2.2			-	5%	-	5%
2.3			5%	5%	5%	5%
3.1	15-45%	20-40%	15-45%	20-40%	5%	10%
4.1	zie 1.1	zie 1.1	zie 1.1	zie 1.1	zie 1.1	zie 1.1

Tabel 2. Schatting van het effect van letselpreventiemaatregelen op het aantal gewonde of overleden voetgangers, fietsers en bromfietsers bij botsingen met personenauto's.

