

TECHNISCH ONDERZOEK NAAR VERKEERSVEILIGHEID

Voordracht NVON Zomercursus 1981 Industrie en techniek in het  
Natuurkunde onderwijs, TH-Delft, 13 augustus 1981.

In: Verslag NVON Zomercursus 1981, Nederlandse Vereniging voor  
het Onderwijs in de Natuurwetenschappen NVON, Sectie Natuurkunde,  
1981, blz. 97 t/m 113.

R-81-41

Dr.ir. D.A. Schreuder

Leidschendam, 1981

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## 1. INLEIDING

De verkeersonveiligheid is een sociaal verschijnsel, en niet alleen een verkeerskundig probleem. Het aantal verkeersslachtoffers neemt na 1972 steeds af, zeker wanneer men rekening houdt met de toename van de verkeersprestatie (figuur 1). Er zijn zeer aanzienlijke verschillen in de mortaliteit (verkeersdoden per 100.000 inwoners) en de ontwikkeling ervan in de tijd van verschillende leeftijdsgroepen en verschillende wijze van deelname aan het verkeer (zie figuur 2). In totaal vindt men de grootste bijdrage tot de mortaliteit bij het aan het verkeer deelnemen als automobilist. Het aandeel in de mortaliteit van de bromfietzers neemt gestadig af, maar is toch bij de 15-19 jarigen nog steeds zeer aanzienlijk. De oudste en de jongste verkeersdeelnemers lopen het meeste risico als voetganger en (in iets mindere mate) als fietser.

Maatregelen die bedoeld zijn om de verkeersonveiligheid te bestrijden dienen gebaseerd te zijn op kennis omtrent de oorzaken van verkeersongevallen. In de meeste gevallen is er niet een enkele oorzaak aan te wijzen; veel meer is het een aaneenschakeling (een keten) van factoren die in hun totaliteit tot een ongeval leiden. Een van de gevolgen van deze complexe oorzaak is, dat ongevallen beschreven kunnen worden als resultaten van een statistisch kansverschijnsel.

Het is gebruikelijk om verkeersveiligheidsmaatregelen te rubriceren volgens de zgn. drie E's, te weten Engineering (de technologische maatregelen), Education (opleiding, training en propaganda) en Enforcement (wettelijke maatregelen en het daarbij behorende toezicht op hun naleving). Het onderzoek dat basismateriaal moet verschaffen voor dergelijke maatregelen, en ook hun effectiviteit moet nagaan, wordt vaak gerubriceerd volgens de daarbij betrokken wetenschappelijke disciplines (Mens, Voertuig, Weg, Omgeving). Moderner is de opvatting dat het bij het onderzoek naar de verkeersonveiligheid gaat om een interdisciplinaire zaak.

Wanneer het totale gebied - bijvoorbeeld uit praktische overwegingen - moet worden onderverdeeld, kiest men niet zelden voor Pre-Crash; Crash en Post-Crash. Voor al deze verschillende benaderingswijzen is een grote hoeveelheid materiaal nodig. Veel van dit materiaal - met name datgene wat ongevallen en verkeersdeelname betreft - vereist statistische methoden voor de verzameling en de verwerking. Men spreekt daarom wel van statistisch onderzoek; dit ter onderscheiding van het - meer orthodox-wetenschappelijke - analytische onderzoek.

## 2. DE ORGANISATIE

Het verkeersveiligheidsbeleid heeft ten doel om onder afweging van de belangen van de mobiliteit en de gewenste kwaliteit van het woon-, werk- en leefmilieu het verkeersongevallengebeuren terug te dringen. Daarbij is vooral van belang de vermindering van het aantal verkeersdoden en -gewonden.

De gebieden die door het verkeersveiligheidsbeleid worden bestreken zijn:

- mobiliteitsbehoefte en wijze van verplaatsing;
- verkeersvoorzieningen;
- opleiding, selectie, opvoeding en voorlichting;
- wetgeving, wetshandhaving en verkeerstoezicht.

Met het oog op een doelmatige uitvoering van dit beleid is een coördinatiestructuur in het leven geroepen met als centrale punt de Coördinerend Minister. Met behoud van de eigen verantwoordelijkheid van ieder departement is de Minister van Verkeer en Waterstaat aangewezen als Coördinerend Minister voor de verkeersveiligheid. Bij deze coördinatie zijn zeven departementen betrokken.

De interdepartementale coördinatie heeft gestalte gekregen door de instelling van de Centrale Commissie voor de Verkeersveiligheid. Dit is een besluitvormend orgaan, ten behoeve van de coördinerend minister.

De bij die coördinatie betrokken ministers zijn vertegenwoordigd.

Als beleidsvoorbereidend orgaan is ingesteld de Permanente Contactgroep voor de Verkeersveiligheid. Voor de ontwikkeling van een landelijk beleid deed zich de behoefte gevoelen alle betrokken instanties en organisaties bij de voorbereiding van een verkeersveiligheidsbeleid en beleidsmaatregelen in te schakelen. Deze Groep omvat niet alleen horizontaal-interdepartementaal-overleg, maar ook verticaal met provincies, gemeenten en waterschappen en overleg met particuliere organisaties.

Verder is ingesteld de Raad voor de Verkeersveiligheid met als taak erop toe te zien dat de bestrijding van de verkeersonveiligheid de vereiste en juiste aandacht krijgt.

Het onderscheid tussen de Contactgroep en Raad blijkt vooral uit het volgende:

De eerste: breed samengesteld uit vertegenwoordigers van instanties

en organisaties heeft tot taak het voorbereiden van een verkeersveiligheidsbeleid en het ontwikkelen van activiteiten en voorstellen tot bestrijding van de verkeersonveiligheid.

De tweede: een klein orgaan van maximaal 9 personen samengesteld uit onafhankelijke leden heeft tot taak kennis te nemen van het verkeersveiligheidsbeleid en de minister van advies te dienen m.b.t. het signaleren van knelpunten in de ontwikkeling op lange termijn en het aangeven van beleidsalternatieven.

### 3. HET VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK

Ook voor het onderzoek op het gebied van de verkeersveiligheid is coördinatie en systematisering noodzakelijk. Daartoe werd op 12 juli 1962 door de minister van Verkeer en Waterstaat, tezamen met de Koninklijke Nederlandse Toeristenbond ANWB en de Nederlandse Vereniging van Automobiellasseuradeuren (NVVA) en enkele andere organisaties de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV opgericht.

Momenteel is de SWOV uitgegroeid tot een instituut met een kleine honderd medewerkers - waarvan ca. 25 academici - en een totaal jaarbudget van ruim 10 miljoen gulden.

Om het verkrijgen van objectieve en onafhankelijke kennis te waarborgen, is voor de SWOV de stichtingsvorm gekozen. Een stichting is volgens de Nederlandse wet geen rechtstreekse verantwoordelijkheid verschuldigd aan derden.

In de Statuten van de Stichting (in artikel 3.10) is onder meer opgenomen:

"De Stichting heeft ten doel door inschakeling van wetenschappelijk onderzoek bij te dragen tot de verkeersveiligheid".

"De Stichting tracht haar doel te bereiken door:

"- het bevorderen van wetenschappelijk onderzoek, verband houdende met de verkeersveiligheid en het bevorderen van de coördinatie van dergelijke onderzoeken;

"- het doen uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek, verband houdende met de verkeersveiligheid;

"- het verspreiden van de gegevens, verkregen uit deze onderzoeken;

"- het stimuleren van de uitwisseling van kennis en ervaring betreffende de problematiek van de wetenschap, betreffende de verkeersveiligheid;

"- het bevorderen en onderhouden van internationale betrekkingen op het gebied van het wetenschappelijk verkeersveiligheidsonderzoek".

Uit de doelstelling valt reeds af te leiden dat een groot deel van de werkzaamheden van de SWOV bestaat uit het verrichten van beleids- ondersteunend onderzoek. Het programma wordt opgesteld in overleg met de ministeries van Verkeer en Waterstaat en van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

In de laatste jaren is de aandacht toegenomen voor de verkeersonveiligheid op lokaal niveau. Deze ontwikkeling hangt nauw samen met de behoefte om de leefbaarheid van woonbuurten en stadscentra te verbeteren. De SWOV verricht onder andere onderzoek naar de effecten op de verkeersveiligheid van maatregelen die deze leefbaarheid bevorderen, zoals de herinrichting van een woongebied tot woonerf.

In dit kader worden ook de effecten van fietsvoorzieningen op de verkeersveiligheid onderzocht.

Het zoeken naar risicoverhogende factoren vormt ook een invalshoek voor onderzoek naar de verkeersveiligheid. Dit onderzoek heeft zowel betrekking op het ontstaan van ongevallen als op de afloop ervan.

Een voorbeeld van een belangrijke risicoverhogende factor is de deelname aan het verkeer na het gebruik van alcohol.

Om maatregelen aan te geven die letsel en schade bij ongevallen kunnen beperken doet de SWOV ongevallenonderzoek en simulatieonderzoek. Het simulatieonderzoek bestaat uit onderzoek naar botsingen op een proefterrein of met een botsingssimulator - waarbij intensief wiskundige modellen worden gebruikt.

De onderzoekresultaten leren aan welke eisen de karakteristieken van het voertuig, van de obstakels en van het interieur van het voertuig moeten voldoen, teneinde letsel zo gering mogelijk te maken.

Tot voor kort was het gebruikelijk om bij de gevolgen van verkeersongevallen vooral te letten op de economische factoren. Maatregelen die dienden om de verkeersveiligheid te bevorderen werden dan als nuttig beschouwd wanneer ze minder kosten dan ze aan economische winst opleverden. Het is dus niet te verwonderen dat wettelijke maatregelen (die op zich zelf goedkoop zijn) de voorkeur kregen. Ze hebben vaak geholpen, maar gezien het feit dat de ongevallen maar door bleven stijgen, kennelijk niet genoeg. Belangrijker echter was het zich ontwikkelend inzicht dat de verkeersonveiligheid een maatschappelijk en niet alleen meer een economisch probleem is. Ongevallen worden niet langer alleen maar gerelateerd aan de verkeersprestaties; ze worden afgemeten aan de bevolking (zie par. 1).

Dit heeft tot gevolg dat geheel andere aandachtsgebieden gaan ontstaan. Lag vroeger het zwaartepunt van de onderzoekcapaciteit (niet alleen in Nederland) op de autosnelwegen en de belangrijke autowegen met hun hoge verkeersprestatie, tegenwoordig wordt de meeste aandacht besteed

aan de "zwakke" verkeersdeelnemers: de voetganger, de fietser, en daarvan meer speciaal de zeer jeugdigen en de zeer ouden.

Een andere consequentie is dat bij de schade van verkeersongevallen niet alleen aandacht wordt besteed aan de financiële kant: in plaats van kosten/baten nu kosten/effectiviteit.

#### 4. HET ONDERZOEK VAN DE SWOV

##### 4.1. De theorie en de methoden

Het behoort tot de taak van de SWOV bij te dragen tot de verkeersveiligheid door inschakeling van wetenschappelijk onderzoek.

Onderzoek dient uit te gaan van en gebaseerd te zijn op feiten. Daarom speelt bij de SWOV het verzamelen van feiten (de basisgegevens) een grote rol. Deze basisgegevens hebben betrekking op de voor de verkeersveiligheid relevante relaties binnen het vervoerssysteem tussen de elementen mens, voertuig, weg, verkeer en ongevallen - de verkeersonveiligheidsgrootheden. Dit is evenwel niet genoeg; er moeten ook gegevens over de expositiegrootheden, over de motoriseringsgraad, over het weer en het klimaat, over de economie etc. bekend zijn.

Het belangrijkste gegeven is uiteraard dat van de verkeersongevallen. Alom wordt erkend dat goede, betrouwbare, snelle en complete registratie van verkeersongevallen onontbeerlijk is voor wetenschappelijk verantwoord verkeersveiligheidsonderzoek. Maar, net als in de meeste landen, ontbreekt hieraan nog veel in Nederland.

Voor we in een aantal voorbeelden het onderzoek van de SWOV toelichten - waarbij de aandacht zal worden gericht op de technische en technisch-natuurkundige aspecten - zullen we eerst nog een aantal meer fundamentele, methodologische gezichtspunten in het kort bespreken.

Bij het meeste verkeersveiligheidsonderzoek is tot nu toe de verkeersveiligheid beschouwd als een aspect van het verkeerssysteem. Meer concreet: verkeersongevallen zijn beschouwd als het gevolg van verstoringen van het op zich gezond verkeersgebeuren. Zowel de verstoringen als de gevolgen hebben een onvoorspelbaar element. Dit gezichtspunt is niet onjuist, maar wel onvolledig. Immers het gedrag van de verkeersdeelnemers - ook al kan het worden beschreven in termen van toevalsprocessen - is niet willekeurig. Er zijn psychologische vooronderstellingen gemaakt zoals: het gedrag past zich zodanig aan de omstandigheden aan dat de risicomarge nagenoeg constant blijft.

Tot nu toe is het onderzoek in hoofdzaak geconcentreerd, ten eerste op het rechtstreeks bepalen van de relatie tussen omgevingsdeterminatie



en de ongevallen(kans). Het resultaat ervan is echter gering omdat in het besluitvormingsproces van de beleidsinstanties ook andere factoren een rol spelen; daardoor resulteert het geheel niet steeds in bruikbare adviezen. Ten tweede wordt het individuele (rij)gedrag geanalyseerd. Bij het onderzoek worden de daarbij relevante processen opgesplitst in deelprocessen, die in detail worden bestudeerd.

Uit het hierboven gegeven gezichtspunt volgt dat verbetering vooral te verwachten is wanneer het gedrag van de weggebruikers zodanig wordt veranderd dat de kans op ongevallen kleiner wordt. De beïnvloeding van het gedrag kan op drie manieren worden uitgevoerd:

1. De situatie wordt veranderd, op zodanige wijze dat "vanzelf" het juiste/gewenste gedrag wordt gekozen. Dit soort maatregelen hoort tot "Engineering" (lay-out van kruispunten enz.).
2. Er wordt additionele informatie gegeven, zodanig dat de beslissingen te nemen door de weggebruiker vlugger/beter/vaker leiden tot het juiste/gewenste gedrag. Deze maatregelen zijn "Education".
3. Het juiste/gewenste gedrag wordt afgedwongen. De maatregelen zijn "Enforcement".

#### 4.2. Onderzoek in de "pre-crash" sfeer

##### a) Een gedragsmodel voor verkeersdeelnemen

Onder een model wordt hier een vereenvoudigde, schematische beschrijving van de werkelijkheid verstaan. Wanneer een manipulatie met het model een bruikbare voorspelling oplevert voor wat er met de werkelijkheid gebeurt bij een analoge manipulatie, kan men van een voorspellend model spreken.

Vele aspecten van het verkeersgebeuren kunnen op bevredigende wijze worden beschreven met behulp van het eenvoudige "input-output" model. Het systeem fungeert als een "black box"; er is geen interesse in de inhoud van deze doos. De belangstelling blijft beperkt tot datgene wat de doos binnen gaat (Stimulus) en wat er uit komt (Responsie). Vaak echter is een nauwkeuriger beschrijving gewenst. Deze wordt gevonden door het mede beschouwen van de beslissingsprocessen (decisieprocessen) die op basis van de input-stimulus plaatsvinden en die de output-responsie beïnvloeden. Men krijgt dan een stimulus-decisie-responsie model.

Zulke modellen als hierboven aangeduid zijn zeer algemeen. Ze worden vooral gebruikt in de elektrotechniek en - daaruit ontleend - in de toegepaste psychologie. Wanneer zulk een model wordt uitgebreid met een terugkoppelketen, dan ontstaat de welbekende regelkring.

Een verdere uitbouw, waarbij van de beginselen van de systeemtheorie gebruik wordt gemaakt, levert een hiërarchische structuur van decisieprocessen. Aan de ene kant (zo men wil aan de bovenkant) vindt men de keuzen van reisdoel, reismotief, vervoermiddel en route. Aan de andere kant vindt men de geheel of bijna geheel automatisch uitgevoerde stuurmanoeuvres, die in termen van de regeltheorie kunnen worden uitgedrukt.

#### b) Verlichting en signalering van fietsen

Fietsverlichting heeft twee functies. Zij moet de fiets bij duisternis zichtbaar maken voor andere verkeersdeelnemers - de signaalfunctie - en daarnaast moet zij de weg vóór de fiets effectief verlichten. Een optimale vervulling van die twee functies is echter onhaalbaar, gezien het beperkte elektrische vermogen van de fietsdynamo. Omdat niet één van de twee functies gemist kan worden, moet worden gezocht naar een compromis. Dat is ook gebeurd in de ontwerpnormen van de Internationale Standaard Organisatie (ISO). In die normen is kennelijk de verlichtingsfunctie hoger gewaardeerd dan de signaalfunctie. Een volgorde waarmee de SWOV moeite heeft.

Als men, zoals de ISO doet, de verlichtingsfunctie van groot belang acht, en vindt dat de huidige fietsverlichting op dit gebied niet voldoet, dan mag men verwachten dat er veel ongevallen gebeuren waarbij de fietser op een onverlichte weg bij duisternis in botsing komt met één of ander obstakel. SWOV-ongevallencijfers leren echter dat dergelijke ongevallen - althans met dodelijke afloop - belangrijk minder voorkomen dan achter-aanrijdingen. Deze cijfers stammen van vóór de verplichte invoering van de achterreflector op fietsen. Het aantal ongevallen dat in verband kan worden gebracht met een onvoldoende koplampbundel van de fiets blijkt klein te zijn, terwijl heel wat dodelijke ongevallen waarschijnlijk verband houden met onvoldoende signalering van de fiets. Zowel bij duisternis op wegen met openbare verlichting als bij daglicht werd bijna een kwart van de bij die omstandigheden verongelukte fietsers, van achteren aangereden. Op onverlichte wegen bij duisternis is dit echter iets meer dan de helft.

Uit het voorafgaande blijkt dat uit oogpunt van verkeersveiligheid geen duidelijke redenen bestaan om de aandacht te sterk op de verlichting naar voren te richten. Die taak moet echter niet als overbodig worden afgedaan. De koplamp heeft ook een signaalfunctie en kan het rijcomfort vergroten. Het is echter mogelijk om deze functies te handhaven op een redelijk niveau en tegelijk de signalering naar opzij en naar achteren te verbeteren. In Tabel 1 is een suggestie dien-aangaande uitgewerkt; het resultaat wijkt, zoals duidelijk blijkt, nogal sterk af van het ISO-voorstel.

c) Slipongevallen op nat wegdek

Iedere weggebruiker kan geconfronteerd worden met het gevaar van slippen. Slipgevaar ontstaat wanneer de slipweerstand niet meer voldoende is om de gewenste rem- en stuurmanoeuvres uit te voeren. De grootte van de slipweerstand, maar vooral ook de tijdelijke of plaatselijke daling ervan, is door de weggebruiker moeilijk te beoordelen. De slipweerstand neemt aanzienlijk af wanneer het wegdek nat is. Hoewel Nederland bekend staat als een regenachtig land, bedroeg de tijd dat het in de periode van 1941-1970 regende gemiddeld slechts 6,2%. Geschat kan worden dat het wegdek over deze periode van 30 jaar in totaal niet meer dan 12% van de tijd nat is geweest. Gedurende de tijd dat het wegdek nat is, is de kans op een ongeval gemiddeld twee keer zo groot als gedurende de overige tijd, dus bij droog wegdek.

De eigenschappen van het wegdek hebben de grootste invloed op de slipweerstand. Daarnaast spelen de rijsnelheid, de profieldiepte van de banden nog een rol.

Een zeer belangrijke factor is - uiteraard - de band. In afwijking van hetgeen nogal eens in de populaire pers wordt beweerd, hebben het bandtype (radiaal of diagonaal), de bandenspanning en de bandbelasting geen grote invloed op de slipweerstand. De profieldiepte echter heeft wel een aanzienlijke invloed.

Bij personenautobanden neemt de slipweerstand van 7 tot 3 mm weinig af bij afnemende profieldiepte. Vanaf ca. 3 mm verloopt deze afname progressief. Dit onder constante condities van waterlaagdikte, wegdek en snelheid. Voor het vaststellen van een minimumeis aan de profieldiepte moet, uitgaande van de algemene invloed van de profieldiepte op de slipweerstand, deze eis liefst niet lager dan 1 mm gekozen worden daar het verlies aan slipweerstand juist tussen 1 en 0 mm aanzienlijk is.

#### 4.3. Onderzoek in de "crash" sfeer

##### a) Obstakels in wegbermen

In 1974 werd 22% van alle dodelijke verkeersongevallen veroorzaakt doordat auto's van de weg afraakten en in de berm tegen een obstakel botsten.

Er zijn een aantal manieren om een berm veiliger te maken. De meest effectieve manier lijkt de verwijdering van alle obstakels uit de berm. In een aantal gevallen kan deze methode echter niet gevolgd worden, omdat veel obstakels die in de berm staan daar een nuttige functie hebben. Ze kunnen de verkeersveiligheid bevorderen, zoals lichtmasten, praatpalen en bewegwijzeringsborden of de schoonheid van het landschap bepalen, zoals bomen. Als obstakels vanwege hun nuttige functie niet verwijderd kunnen worden, dan kan men proberen om ze minder gevaarlijk te maken door ze van lichter materiaal te vervaardigen of ze van een constructie te voorzien waardoor ze bij een aanrijding gemakkelijk bezwijken. Het zal echter duidelijk zijn dat dit bij lang niet alle obstakels mogelijk is (bijvoorbeeld bij bomen). In dat geval kan men overgaan tot afscherming van de gevaarlijke obstakels, bijvoorbeeld door in de berm een geleiderailconstructie te plaatsen.

##### Lichtmasten behoren tot

Lichtmasten behoren tot de meest voorkomende obstakels in wegbermen en een groot deel van het SWOV-onderzoek tot nu toe is dan ook daarop gericht geweest. Het onderzoek naar lichtmasten bestond voornamelijk uit botsproeven met personenauto's. Er zijn lichtmasten van diverse materialen, afmetingen en constructies beproefd. De botsingen vonden plaats bij verschillende snelheden en vanuit verschillende hoeken: zowel frontaal als zijdelings. Een zijdelingse botsing heeft in de praktijk over het algemeen een ernstiger afloop van een frontale botsing.

Onderzoek naar het gedrag van lichtmasten bij aanrijdingen door personenauto's behoort tot het soort onderzoek dat zich beperkt tot de crashfase van het ongeval en is in principe gericht op het voorkomen van letsel, of het verminderen van de ernst van letsel, bij ongevallen.

Bermen kunnen, wat betreft het botsingsgevaar dat ze opleveren, worden ingedeeld in drie groepen. De eerste groep bestaat uit berm

zich geen obstakels bevinden, dus ook geen taluds, greppels e.d. In een dergelijke berm kunnen van de weg afgeraakte voertuigen vrij uitrijden en kunnen redresseermanoeuvres worden uitgevoerd zonder dat het voertuig daarbij een te grote vertraging oploopt. De berm dient echter wel voldoende draagkracht te hebben, zodat een in de berm geraakt voertuig niet over de kop slaat, en voldoende breed te zijn.

Het tweede type berm is de berm waarin zich wel obstakels bevinden omdat deze noodzakelijk geacht worden, bijvoorbeeld lichtmasten en bewegwijzeringsborden. Deze obstakels moeten dan echter zo geconstrueerd zijn dat ze bij een aanrijding door een personenauto of een zwaarder voertuig geen gevaar voor de inzittenden opleveren. Bij deze eis is uitgegaan van personenauto's omdat obstakels - absoluut gezien - het meest door deze categorie vervoermiddelen wordt aangereden. De mogelijkheid obstakels m.b.t. personenauto's te beveiligen is praktisch gezien het meest uitvoerbaar.

Het derde type berm is de berm met continue afscherming die noodzakelijk is omdat een gevarezone zich te dicht bij de rijbaan bevindt, zoals een sloot, een steil talud, maar bijvoorbeeld ook een rij starre lichtmasten.

Juist om te voorkomen dat een geleiderailconstructie geplaatst moet worden om alleen lichtmasten af te schermen, heeft de SWOV onderzocht welke typen lichtmasten wel en welke niet afgeschermd behoeven te worden. Met andere woorden: er is nagegaan welke typen lichtmasten bij een aanrijding door een personenauto zó weinig weerstand opleveren, dat de auto-inzittenden geen gevaar lopen. Wij spreken in dit verband dan over voor personenauto's "weinig agressieve" lichtmasten.

De ernst van een botsing met een lichtmast kan verminderd worden door er voor te zorgen dat bij een aanrijding het bovengrondse gedeelte van de mast ongeveer op maaiveldhoogte van het ondergrondse gedeelte gescheiden wordt. Twee principes zijn daartoe onderzocht, nl. bij aluminium masten het breken van de mast aan de voet, en bij stalen masten het toepassen van een speciale schuifconstructie. Deze constructie bestaat uit twee flenzen waarvan er één aan het bovendeele van de mast en één aan het grondstuk is bevestigd. Beide flenzen zijn zo aan elkaar bevestigd dat ze bij een aanrijding van elkaar los komen.

De resultaten van de botsproeven zijn als volgt samen te vatten:

Zowel 10 als 12 meter stalen lichtmasten voorzien van een schuifcon-

structie, blijken bij een aanrijding weinig gevaar op te leveren voor personenauto's.

De resultaten van de proeven met aluminium masten behoeven nadere toelichting. Bij het plaatsen van de te beproeven mast werd het grondstuk van de mast met zand gevuld, omdat dit in de praktijk vaak voorkomt. Het blijkt nu dat hierdoor de mast niet onder maaiveld kan breken. In de mast zit nl. onder maaiveld een gat voor de kabelinvoer, op welke plaats de breuk ingeleid kan worden door knikken van de mast. Met zandvulling treedt deze knik en daarmee de breuk minder snel op. Breekt de mast alleen boven maaiveld bij het deurtje af, dan kan het gedeelte dat nog boven de grond blijft uitsteken te veel weerstand opleveren. Aangenomen wordt dat 10 m aluminium lichtmasten bij een frontale aanrijding zullen voldoen, mits ze niet met zand gevuld zijn, maar bij een flankbotsing is het niet uitgesloten dat het voertuig over de kop zal gaan. Bij het gebruik van autogordels wordt het gevaar voor de inzittenden van een dergelijke roll-over gereduceerd. Een aanrijding tegen een 12 m aluminium lichtmast voldoet alleen wanneer de auto-inzittenden gordels dragen.

#### b) Letsel ten gevolge van ongevallen

Om te weten te komen wat er met mensen gebeurt die bij een botsing betrokken raken, en wat voor letsel zij daarbij op kunnen lopen, maakt de SWOV onder andere gebruik van ongevallenonderzoek, de botsing en overige omstandigheden worden daarbij in verband gebracht met de opgelopen letsels. De letsels worden daartoe onderscheiden in een vijftigtal van de meest voorkomende en krijgen allemaal een zogenaamde "ernst-classificatie". Er wordt ook gewerkt aan de opzet van een dergelijk onderzoek waarbij nagegaan wordt welke letsels door voetgangers, fietsers, bromfietsers en motorrijders worden opgelopen bij ongevallen. Naast de letsels die het directe gevolg waren van ongevallen wordt ook onderzocht wat de gevolgen op langere termijn zijn. Van alle in het SWOV-ongevallenonderzoek vertegenwoordigde slachtoffers die in een ziekenhuis werden opgenomen en van een vrij groot aantal minder ernstig gewonden die niet behoefden te worden opgenomen, werd nagegaan hoe één jaar na het ongeval hun toestand was. Dat leverde op dat in veel gevallen er nog resterende letsels waren, o.a. in de vorm van gehele of gedeeltelijke invaliditeit. Ook werden gegevens verzameld over verpleegduur en revalidatie. Het is duidelijk dat tussen het gebeuren van het

ongeval en de toestand na één jaar nog een heel terrein ligt waarop maatregelen genomen kunnen worden om te voorkomen dat bijvoorbeeld het eenmaal opgelopen letsel zich uitbreidt, of herstel van letsel wordt belemmerd. We noemen dat de post-crash-fase van ongevallen, waarin hulpverlening in de meest uitgebreide betekenis centraal staat.

Het SWOV-onderzoek heeft een letselvoorspellingsmodel opgeleverd. Gezien de problemen rond praktijkproeven en de moeilijkheid resultaten uit allerlei andere bronnen op een bruikbare manier samen te vatten moet de computer te hulp komen om de gevolgen van botsingen voor het menselijk lichaam te kunnen voorspellen. Het nabootsen van de werkelijkheid op de computer gebeurt met zogenaamde "simulatiemodellen".

Modellen voor letselvoorspelling zijn algemeen bekend, maar dat zijn deelmodellen, die alleen maar gelden voor individuele gevallen. Ze zijn dus ongeschikt om normen voor groepen mensen op te baseren. De praktische uitwerking ervan beperkt zich voorlopig tot hoofd- en skeletletsel, waarover relatief veel gegevens beschikbaar zijn. De bedoeling is dat binnen een jaar een "testmodel" gereed is. Allereerst moet het worden voorzien van gegevens over het gedrag van voertuigen en het menselijk lichaam bij een botsing. Als basis daarvoor dienen al door de SWOV, samen met andere organisaties ontwikkelde simulatiemodellen. Met het model dat voor de SWOV door Prof. V. Giavotto van de Technische Universiteit in Milaan werd ontwikkeld, kunnen botsingen tussen voertuigen en voorwerpen als geleiderails en lichtmasten worden nagebootst. Andere gegevens die nodig zijn betreffende de preciese gebeurtenissen tijdens een botsing tussen een mens en een auto, of tussen mens en het interieur van een auto. Dit onderzoek wordt in nationaal en internationaal teamverband uitgevoerd.

NASCHRIFT

Het bovenstaande rapport is voor het grootste gedeelte gebaseerd op publikaties en rapporten van de SWOV. Gebruik is gemaakt van de volgende publikaties:

- Asmussen, E. Wetenschap in dienst van verkeersveiligheid. R-80-18. SWOV, 1980.
- Asmussen, E.; Schreuder, D.A. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; een portret. R-77-18. SWOV, 1977.
- Schlösser, L.H.M. Enige aspecten betreffende ongevallen op nat wegdek. Bijdrage SWOV-congres Toekomst in Veiligheid. R-76-29. SWOV, 1976.
- Schoon, C.E. Het gedrag van lichtmasten bij aanrijdingen door personenauto's en de consequenties daarvan. Bijdrage SWOV-congres Toekomst in Veiligheid. R-76-27. SWOV, 1976.
- Schreuder, D.A. Onderzoek betreffende jeugdigen en de verkeersveiligheid en het verkeersveiligheidsbeleid in Nederland. R-77-27. SWOV, 1977.
- SWOV. De verkeersonveiligheid in Nederland 1979/1980. R-81-15. SWOV, 1981.
- SWOV-schrift no.5, september 1980, blz. 4-5.
- SWOV-schrift no.7, maart 1981, blz. 1-2.



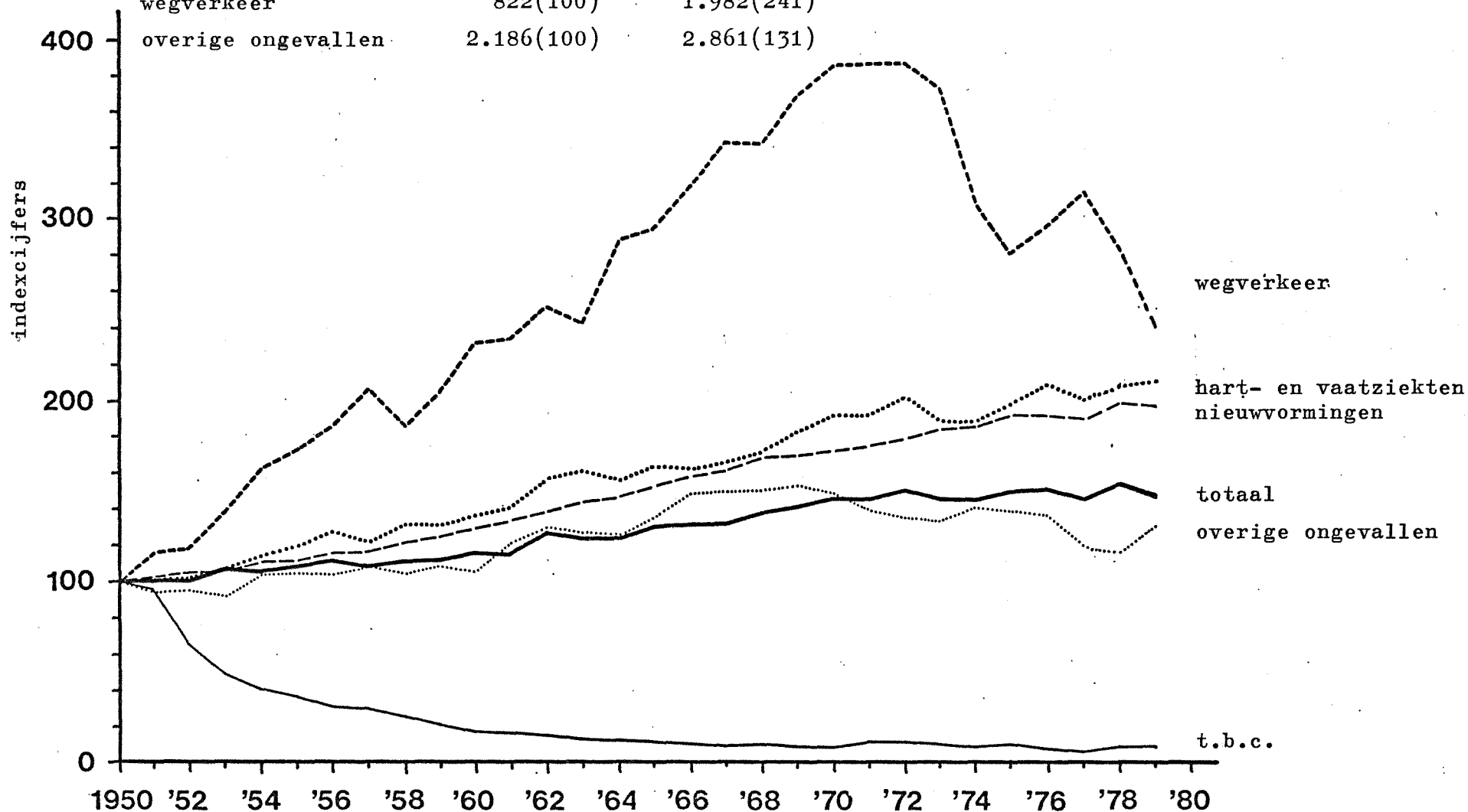
gemiddelde lichtsterkte en horizontale uitstraalhoeken*)	SWOV-voorstel	ISO-voorstel
recht vooruit	100 cd, 2 x 4°	400 cd
naar voren	100 cd, 2 x 4°	200 cd, 2 x 4°
recht achteruit		0,25 cd
naar achteren	2 cd, 2 x 10°	0,10 cd, 2 x 10°
naar opzij	0,5 cd, 2 x 166°	< 0,02 cd, 2 x 190°

\*) Toelichting: lichtsterkte uitgedrukt in cd = candela

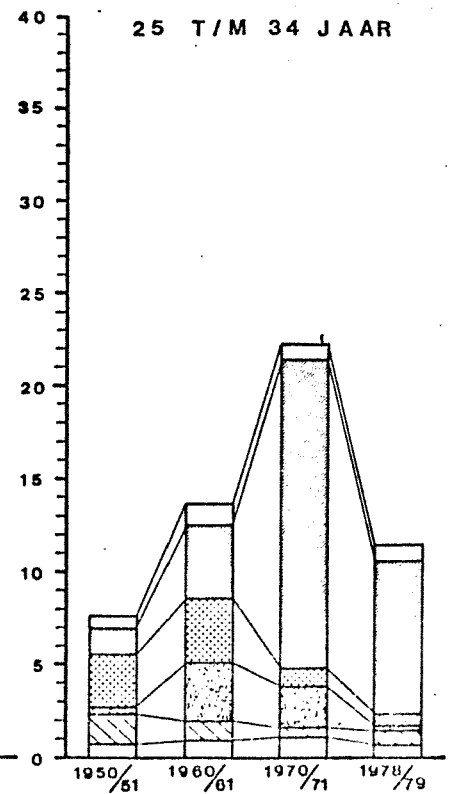
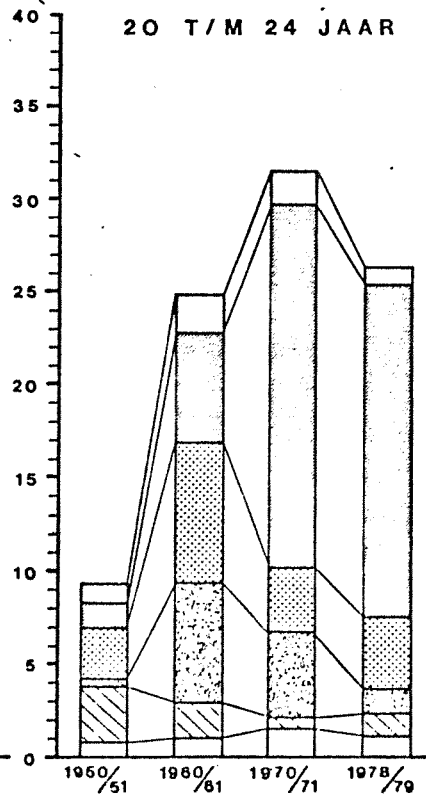
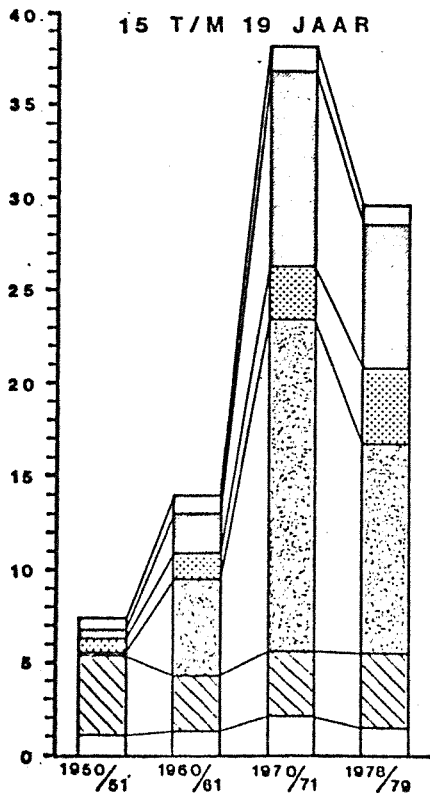
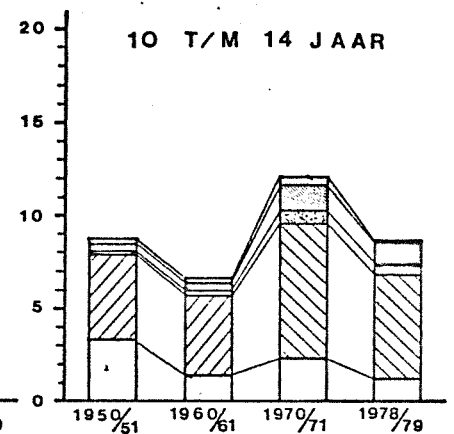
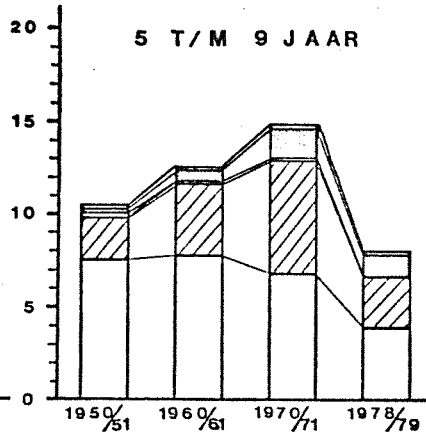
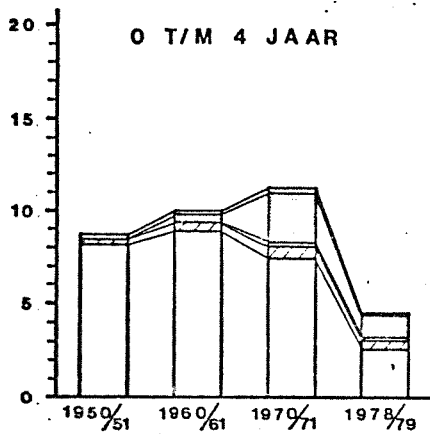
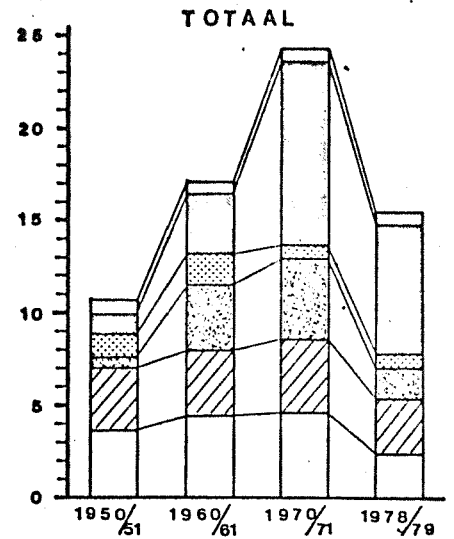
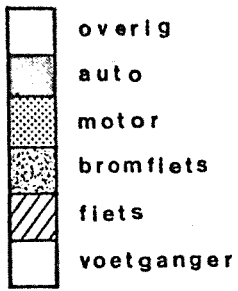
Tabel 1. Vergelijking tussen SWOV- en ISO-voorstel m.b.t. lichtsterkte en uitstraalhoeken van fietsverlichting

aantallen

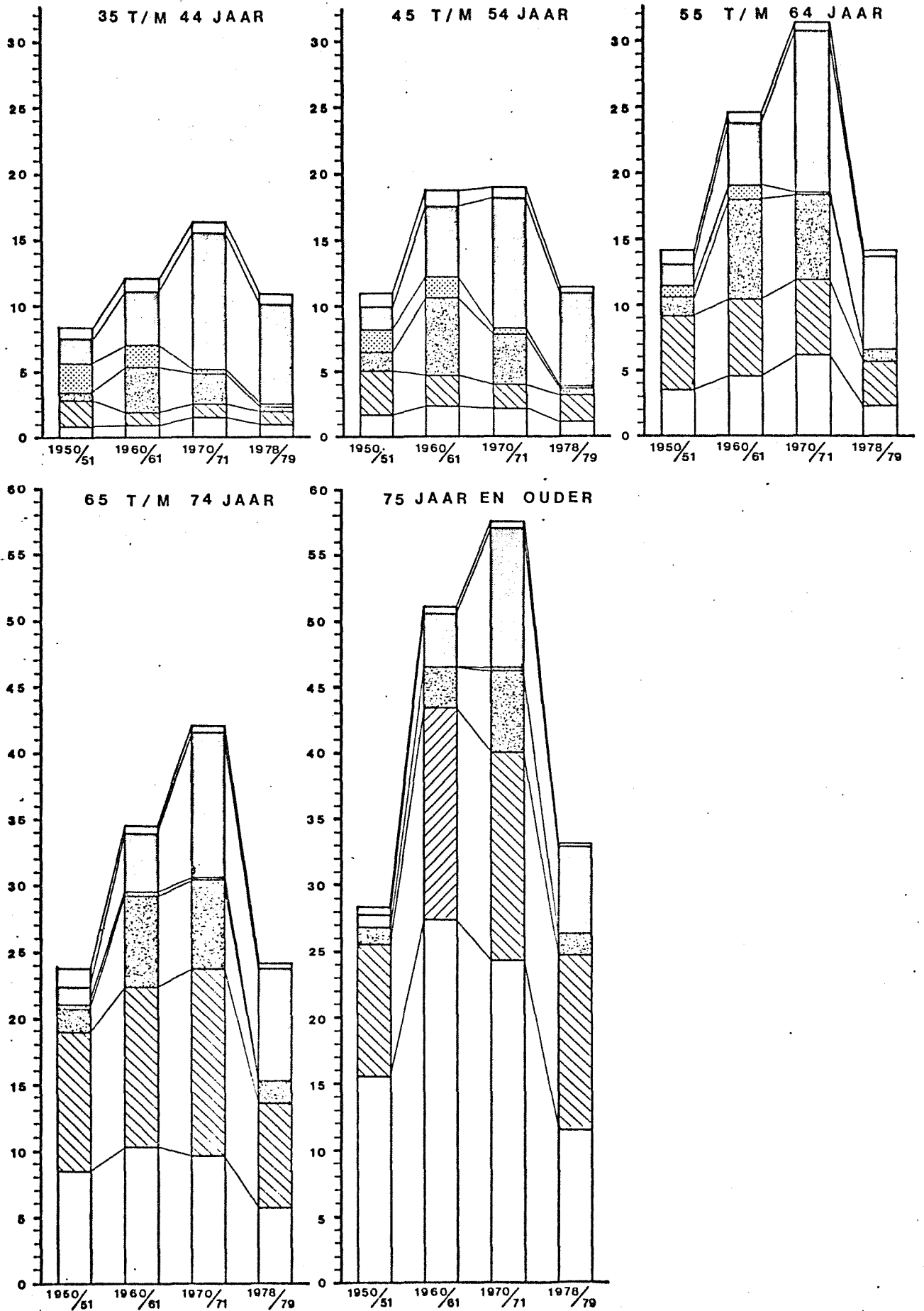
	1950	1979
totaal	75.580(100)	112.565(149)
hart- en vaatziekten	17.410(100)	36.782(211)
nieuwvormingen	15.410(100)	30.208(197)
t.b.c.	1.922(100)	177( 9)
wegverkeer	822(100)	1.982(241)
overige ongevallen	2.186(100)	2.861(131)



Afbeelding 1 Ontwikkeling in indexcijfers (1950 = 100) van het aantal overledenen naar een aantal doodsoorzaken



Afbeelding 2. Ontwikkeling van het aantal verkeersdoden per 100.000 inwoners (mortaliteit) naar leeftijdsklasse en wijze van verkeersdeelname.



Vervolg afbeelding 2. Ontwikkeling van het aantal verkeersdoden per 100.000 inwoners (mortaliteit) naar leeftijdsklasse en wijze van verkeersdeelname.