

SNELHEID EN VERKEERSONVEILIGHEID OP 80 KM/UUR-WEGEN

Een literatuurstudie

R-90-30

Ir. Oei Hway-liem

Leidschendam, 1990

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding

2. Aard en omvang van het probleem in Nederland
 - 2.1. Wegtypen
 - 2.2. Rijsnelheid op 80 km/uur-wegen
 - 2.3. Ongevallen naar rijtaak of manoeuvre
 - 2.4. Probleemsituaties op 80 km/uur-wegen

3. Kenmerken van bestuurder, weg en verkeer en snelheid
 - 3.1. Theoretische verbanden tussen snelheid en andere kenmerken
 - 3.2. Verwachtingspatroon van de bestuurder
 - 3.3. Analyse van de verkeerstaak
 - 3.4. Verhardingsbreedte en rijsnelheid
 - 3.5. Snelheid in bogen

4. Snelheid en onveiligheid
 - 4.1. Literatuurstudie over de relatie tussen snelheid, wegkenmerken en ongevallen
 - 4.2. Literatuurstudie over de relatie tussen snelheidsverdeling en ongevallen
 - 4.3. Relatie tussen snelheid, inhalen en ongevallen op tweestrookswegen
 - 4.4. Scheefheid van snelheidsverdeling en ongevallenquotiënt
 - 4.5. Rijsnelheid en betrokkenheid bij ongevallen
 - 4.6. Vergelijking van studies over rijsnelheid en betrokkenheid bij ongevallen
 - 4.7. Relatie tussen rijsnelheid, botssnelheid en afloop van tweewieler - botsingen
 - 4.8. Relatie tussen botssnelheid en letselernst van voetgangers en (brom)fietsers
 - 4.9. Routekeuzeproblemen en verkeersonveiligheid

5. Snelheidsbeïnvloeding

- 5.1. Literatuurstudie over factoren van invloed op snelheid
- 5.2. Literatuurstudie over gedragsbeïnvloeding door verkeersborden
- 5.3. Relatie tussen snelheidslimiet, snelheid en ongevallen in de Noordse landen
- 5.4. Snelheidslimieten en verkeersslachtoffers
- 5.5. Adviesnelheden
- 5.6. Inschakelbaar bord, snelheidsgedrag en veiligheid
- 5.7. Andere snelheidsbeïnvloedende maatregelen
- 5.8. Literatuurstudie over politietoezicht
- 5.9. Literatuurstudie over toezicht en gedrag
- 5.10. Toezicht, rijnsnelheid en ongevallen
- 5.11. Gericht verkeerstoezicht
- 5.12. Politietoezicht en surveillancetechnieken
- 5.13. Automatisch toezicht op rijnsnelheid
- 5.14. Toezichtstudies uit Noordse landen
- 5.15. Controle van de maximum snelheid
- 5.16. Nieuwe ontwikkelingen

6. Discussie

- 6.1. Aard en omvang van het probleem in Nederland
- 6.2. Kenmerken van bestuurder, wegverkeer en snelheid
- 6.3. Snelheid en onveiligheid
- 6.4. Snelheidsbeheersing
- 6.5. Nieuwe ontwikkelingen

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 31

Tabellen 1 t/m 18

VOORWOORD

Tot voor enkele jaren kreeg het onderwerp "snelheid op 80 km/uur-wegen weinig aandacht. Sindsdien is een kentering hierin gekomen en zijn in de loop van de laatste vijf jaar diverse activiteiten van start gegaan voortvloeiend uit beleidsbeslissingen (zie de Meerjarenplannen Verkeersveiligheid). In opdracht van Rijkswaterstaat is door verschillende onderzoekinstellingen een aantal studies over dit onderwerp verricht. Deze studies zijn over het algemeen vrij beperkt van opzet doordat een specifiek aspect van de problematiek wordt belicht. Daar een overzicht van bestaande kennis op het terrein van snelheid in relatie tot andere kenmerken en/of factoren en onveiligheid op de niet-snelwegen buiten de bebouwde kom ontbrak, heeft de SWOV een inventarisatie verricht van kennis uit binnenlandse en buitenlandse literatuur.

De literatuursearch is op een aantal manieren verricht. Als eerste is een combinatie van trefwoorden (speed - two lane rural roads - risk - safety - accidents) gehanteerd voor een uitdraai van titels uit het IRRD-bestand. Vervolgens werd uit deze lijst een selectie gemaakt van titels voor een uitdraai van abstracts en tot slot werd hieruit weer een selectie gemaakt van literatuur die werd aangevraagd. Daarnaast werden congresverslagen en proceedings die snelheid (mede) als thema hadden aangevraagd en bestudeerd, evenals interessant geachte literatuur uit de literatuurverwijzingen. Tot slot werden periodieken in de SWOV-bibliotheek regelmatig bekeken op aanwezigheid van relevante artikelen. De verwachting is dat met deze zoekmethode de kans klein is dat belangrijke literatuur over het onderwerp over het hoofd zou worden gezien.

Bij deze literatuurverkenning is niet gestreefd naar volledigheid en heeft beslist ook niet deze pretentie.

1. INLEIDING

Het is algemeen bekend dat in Nederland de verkeersonveiligheid op de zogenaamde 80 km/uur-wegen ongunstig afsteekt te opzicht van andere wegen. De snelheidslimiet op deze 80 km/uur-wegen wordt over het algemeen slecht nageleefd. Het overgrote deel van de wegen buiten bebouwde kom in Nederland (95%) heeft een algemene limiet van 80 km/uur. Deze wegen vormen echter een heterogene groep, tweederde hiervan zijn smalle wegen met over het algemeen heel weinig verkeer, de resterende derde vormen de belangrijkere wegen. Deze laatste kunnen worden onderscheiden in wegen gesloten voor (brom)fietsers en landbouwvoertuigen en wegen waar naast het snelverkeer één of beide voertuigsoorten wel worden toegelaten. Het is vooral de problematiek op deze beide soorten weg die in de literatuur wordt behandeld.

Daar er in het buitenland in vergelijking tot Nederland naar verwachting weinig langzaam verkeer is, zullen de 'two-lane rural roads' zoals deze wegen in de literatuur veelal worden aangeduid, globaal gesproken vergelijkbaar zijn met onze wegen met een gesloten verklaring.

Ook in het buitenland is het probleem van hoge snelheid en grote verkeersonveiligheid op deze wegen een bekend euvel. Uit in het buitenland verrichte onderzoeken is gebleken dat een daling van de rijnsnelheid tot een duidelijke reductie van de letselkans kan leiden.

In de Meerjarenplannen Verkeersveiligheid MPV 1987-1991 en 1989-1993 vormt snelheid op 80 km/uur-wegen (en op verkeersaders binnen de kom) een speerpunt. Als algemene taakstelling is verder nog geformuleerd: 25% minder slachtoffers in het jaar 2000.

De specifieke taakstelling in het laatste MPV luidt: de gemiddelde snelheden in 2000 met 5 tot 10% drukken en daarmee minimaal 150 doden en 2000 gewonden besparen.

We kunnen een aantal paradoxale ontwikkelingen constateren: enerzijds wordt de bestuurder geprikkeld hard te rijden door de ontwikkelingen op het gebied van autotechniek: grotere vermogens, betere rem- en veersystemen, betere banden, grotere geluidisolatie en reclame die deze eigenschappen benadrukt en impliciet macht, snelheid en agressie aanprijst. Ten aanzien van de uitrusting van de weg vinden ook verbeteringen plaats, zoals stroevere en stillere wegdekken, betere wegmarkeringen, bebakening

en verlichting die de bestuurder uitnodigen tot sneller rijden. Verder wordt in de westerse cultuur over het algemeen 'snel, dynamisch, actief' als positief en 'langzaam, statisch, passief' als negatief opgevat. Anderzijds wordt uit veiligheids- en milieuoverwegingen de roep steeds luider om minder en langzamer verkeer op de weg. Voor de situatie binnen de bebouwde kom wordt reeds één en ander gedaan om dit te bereiken (vergelijk de woonerven, verkeersdrempels, versmalling van straten).

Snelheidslimieten alléén hebben niet het beoogde effect op het snelheidsgedrag. Andere instrumenten om de rijsnelheid te beheersen zijn infra-structurele reconstructies, voorlichting, toezicht en toepassing van snelheidsborden. Tegenwoordig kan een deel van deze maatregelen worden geautomatiseerd door hardrijders automatisch te waarschuwen en te fotograferen. Ook de uitlezing van kentekens op foto's of video's kan automatisch worden gedaan. Tot nu toe worden deze instrumenten nog niet op dusdanige wijze toegepast en verder ontwikkeld dat de rijsnelheid enigermate in de richting van het beoogde komt te liggen. Gebrek aan kennis over wijze van toepassing van deze instrumenten om een optimaal resultaat te krijgen en over effectiviteit van dit soort maatregelen alsook krapte in het budget zijn de belangrijkste oorzaken hiervoor. Daarom wordt een overzicht van bestaande kennis nuttig geacht.

Het moge duidelijk zijn dat een literatuurstudie op zeer veel manieren kan worden uitgevoerd. Vandaar dat literatuurstudies over het zelfde onderwerp of thema die door verschillende mensen zijn verricht er alle anders uitzien. Bepalend is onder meer de doelstelling van de studie en het gebruik ervan.

Doel van deze literatuurstudie is theoretische en empirische kennis te inventariseren met betrekking tot snelheid in relatie tot weg-, verkeers- en bestuurderskenmerken en onveiligheid.

Als vervolg op de literatuurverkenning kan voor de Nederlandse situatie worden nagegaan voor nader te bepalen deelproblemen of zinvolle hypotheses en theorieën af te leiden zijn die vervolgens nader onderzocht kunnen worden met het oog op beleidsmaatregelen.

Willen we resultaten van onderzoek uit het buitenland interpreteren voor de Nederlandse situatie, dan dienen we alert te zijn op verschillen in ontwerp en uitrusting van de wegen, wetgeving en handhaving, voertuigpark, klimaat, verkeerscultuur, etc.

De meeste literatuur heeft betrekking op proceedings van congressen of symposia, literatuurstudies, artikelen uit periodieken en in enkele gevallen afzonderlijke onderzoeksrapporten. Dit brengt met zich mee dat veelal niet uitgebreid is ingegaan op de methode van onderzoek, belangrijke invloedsfactoren zoals politietoezicht en dat meestal slechts de resultaten van het onderzoek worden belicht. Ook ontbreekt vaak een explicitering van de doelstelling van de invoering van een specifieke maatregel. Door verschillen in kenmerken van allerlei aard zullen bevindingen elders niet zonder meer mogen worden overgenomen, echter naarmate meer bronnen tot een gelijkkluidend resultaat komen, wordt de te toetsen hypothese sterker. De meeste bevindingen hebben in feite het karakter van een hypothese, daar vooraf geen theorie is geformuleerd die vervolgens werd getoetst, maar slechts is gekeken naar het effect na invoering van een maatregel.

Het materiaal kan inhoudelijk op vele manieren worden ingedeeld, zoals naar weg-, verkeers-, voertuig-, mens- of ongevalskenmerken.

Een benadering vanuit de mens beoogt attitude, kennis en vaardigheden van de bestuurder in gunstige zin te beïnvloeden door educatie, voorlichting en verbetering van de perceptieve en cognitieve capaciteiten van de bestuurder. In dit rapport vormen deze aspecten geen centraal thema, ze worden wel op enkele plaatsen vermeld. Vermeld moet worden dat op dit terrein de meningen van de specialisten nogal verdeeld zijn: de bestuurdersmodellen die ontwikkeld zijn verschillen alle van elkaar, van een validatie is veelal nog in het geheel geen sprake.

Ook verkeersstroomtheorieën worden hier slechts beperkt behandeld, op dit terrein zijn zeer vele modellen ontwikkeld, ook hier ontbreekt veelal een validatie. Verder dient te worden aangetekend dat snelheid één van de verkeersstroomkenmerken is en in directe samenhang staat met andere kenmerken zoals intensiteit en dichtheid (basisdiagram). Bestrijding van kettingbotsingen bij druk verkeer op een ader bijvoorbeeld, kan niet worden gedaan door alleen naar de snelheid te kijken en hierop in te grijpen.

Mechanisch gedrag van het complex voertuig-band-wegdek voor een aantal condities zoals in bogen, bij regen en hard remmen etc. wordt hier niet behandeld, verwezen wordt naar de vele handboeken hierover.

Andersoortige maatregelen dan snelheidsbeïnvloeding ter verbetering van de verkeersveiligheid, zoals beïnvloeding van de mobiliteit en de verkeers-

circulatie en scheiding van verkeerssoorten, worden hier eveneens buiten beschouwing gelaten.

Statistische onderzoekstechnieken of technieken om snelheden betrouwbaar en nauwkeurig te meten krijgen in dit rapport weinig aandacht.

De hoofdstukken kunnen op verschillende manieren zinvol worden ingedeeld, bijvoorbeeld naar theorie en empirie, land, relatie tussen snelheid en wegkenmerken, snelheid en ongevalskenmerken en mogelijkheden de rijsnelheid te beheersen. Uiteindelijk zal bij deze studie gebruik worden gemaakt van inhoudelijke informatie uit één of meer bronnen geput, met andere woorden, de indeling dient vooral ook voor opzoekdoeleinden en de hoofdstukindeling is niet echt wezenlijk.

Gekozen wordt voor de volgende hoofdstukindeling:

- Aard en omvang van het probleem in Nederland: ongevalanalyse, snelheidsgegevens, probleemsituaties.
- Snelheid in relatie tot andere kenmerken, zoals weg-, verkeers-, en bestuurderskenmerken.
- Snelheid en onveiligheid: kenmerken van de snelheidsverdeling zoals gemiddelde, spreiding, scheefheid en ongevalquotiënt.
- Snelheidsbeheersing: maatregelen zoals verkeersborden, politietoezicht en voorlichting ter beheersing van de rijsnelheid en effecten op snelheid en onveiligheid.
- Samenvatting van de discussie uit de hoofdstukken.

Ieder rapport of artikel wordt zoveel mogelijk afzonderlijk behandeld. Een andere mogelijkheid zou zijn aspecten betreffende snelheid afzonderlijk te beschouwen en te kijken wat verschillende bronnen erover te zeggen hebben. Deze laatste benadering heeft het bezwaar dat de condities voor de verschillende situaties erg kunnen verschillen en dat zo'n aspect uit de context wordt gehaald met als gevolg mogelijk verlies van samenhang. Een enkele overlap in deze literatuurverkenning komt voor, doordat sommige onderzoeken of experimenten in meer dan één bron worden behandeld. Literatuur betrekking hebbende op snelwegen wordt buiten beschouwing gelaten. Een enkele studie betreffende snelheidsbeheersing middels matrixborden en automatisch toezicht op wegen binnen de bebouwde kom is opgenomen vanwege de relevantie van dit systeem voor 80 km/uur wegen.

2. AARD EN OMVANG VAN HET PROBLEEM IN NEDERLAND

2.1. Wegtypen

De wegen buiten de bebouwde kom in Nederland kunnen naar een aantal kenmerken worden onderscheiden. Enkele veel gebruikte onderscheidingen zijn categorie weg, toegestane voertuigsoorten, aantal rijstroken, rijbaanbreedte, verkeersdrukke, ontwerpsnelheid en snelheidslimiet (Afbeeldingen 1 en 2).

De autosnelwegen en autowegen die een algemene limiet van respectievelijk 120- en 100 km/uur hebben nemen circa 8% in van de totale weglengte buiten de bebouwde kom (in 1986: 54.519 km). De andere 92% van de wegen hebben als regel een limiet van 80-km. Deze kunnen worden onderscheiden naar wegen met gesloten verklaring met 2 rijbanen (0,5%) en met 1 rijbaan (12%) en wegen open voor alle verkeer met 2 rijstroken (22%) en met 1 rijstrook (58%). De rijks- en provinciale wegen nemen circa 20% van de lengte in, de overige 80% betreffen quataire en plattelandswegen. Ongeveer 70% van de wegen buiten de bebouwde kom betreft wegen die smaller zijn dan 5 meter, deze zullen voor een belangrijke deel samenvallen met de quataire en plattelandswegen. Belangrijke rijks- en provinciale wegen hebben een gesloten verklaring voor landbouwvoertuigen en/of (brom)fietsers.

2.2. Rijsnelheid op 80 km/uur-wegen

Uit pilotmetingen (Oei, 1989) blijkt dat op de geselecteerde wegen met gesloten verklaring en wegen voor alle verkeer, beide met een limiet van 80 km/uur, het percentage overtreders resp. 51 en 72% bedroeg. De 85%-snelheid was resp. 93 en 104 km/uur en de standaardafwijking 13,3 en 16,8 km/uur. Hieruit is de indicatie af te leiden dat op dit soort wegen de limiet massaal en aanzienlijk wordt overschreden en dat de spreiding groot is. Dit laatste houdt in dat er bij enige verkeersintensiteit veel inhaalmanoeuvres worden verricht. Voorzover de formules van Nilsson (1981; zie par. 5.3) mogen worden toegepast voor het geval de 85%-snelheid teruggebracht wordt tot 80 km/uur dan is voor wegtype I een reductie in het dodelijke ongevallenquotiënt te verwachten van 51%, voor wegtype II is dit 71%. Ook indien we bij dit rekenvoorbeeld deze percentages halveren dan is het effect nog aanzienlijk te noemen. Er lijkt een groot potentieel aanwezig door snelheidsbeïnvloeding de veiligheid te verhogen.

2.3. Ongevallen naar rijtaak of manoeuvre

Oei (1986) geeft een probleemanalyse met betrekking tot onveiligheid op 80 km/uur-wegen in relatie tot de rij snelheid. Hierbij werd gebruik gemaakt van CBS-ongevallengegevens. Doel hiervan was te komen tot nader te onderzoeken probleemgebieden. In de probleemanalyse wordt uitgegaan van een hiërarchische indeling van de rijtaak, daar snelheidskeus onderdeel uitmaakt van de rijtaak. Bij elk van de hieronder genoemde taken horen de subtaken: waarnemen, beoordelen, beslissen en handelen, te worden uitgevoerd.

1. Planning van de reis. Dit is het vaststellen van doel en bestemming van de reis, de keuze van het vervoermiddel, het tijdstip van aankomst en vertrek en de keuze van de route. Het doel van de reis geeft tevens het belang aan van het op tijd arriveren op de bestemming en daarmee een eventuele tijdsdruk. De keus van tijdstip van vertrek en geplande aankomst en eventuele tussenstops houdt in dat met een bepaalde gemiddelde snelheid gereden dient te worden wil de bestemming op tijd bereikt worden.

Relevant op dit niveau zijn kennis en vaardigheden van de bestuurder met het verzamelen en beoordelen van relevante informatie en het plannen van de rit. Een goed voorbereide reis verlicht de rijtaak onderweg. Problemen op dit niveau leiden tot zoeken naar de juiste route onderweg, inhalen van verloren tijd door hard te rijden, etc. Ontwikkelingen in de informatietechniek zullen de toegankelijkheid van relevante actuele informatie in de toekomst vergroten (Viditel, Teletex, Radio datasysteem). De benodigde informatie wordt eenmaal voor de start van de reis verzameld. Op dit niveau is geen (direct) verband te leggen met ongevallengegevens.

2. Navigeren van het voertuig onderweg. Dit houdt in het bepalen van de plaats en richting van het voertuig en van de route die men wenst te volgen. De snelheid waarmee onderweg wordt gereden is in belangrijke mate afhankelijk van de keus van de route, d.w.z. het wegtype en de drukte hierop. Deze instelsnelheid kan indien 'cruise-control' in het voertuig is ingebouwd hiermee worden ingesteld. Door onderweg op de hoogte te worden gebracht over ernstige verstoringen op de weg kan waar een alternatief is, de verstoring omzeild worden. Hiermee kan worden voorkomen dat met hoge snelheid wordt gereden om verloren tijd in te halen. Over enkele jaren zal het Radio datasysteem worden ingevoerd, waarbij actuele radio-

verkeersinformatie op elk moment via een druk op de knop kan worden verkregen. De behoefte aan route-informatie is regelmatig aanwezig, met name bij de nadering van keuzepunten zoals verkeerspleinen en knooppunten (Gerson & Lunenfeld, 1986). Ook op dit niveau kan geen directe relatie worden gelegd met ongevalgegevens. Wel hebben Engels & Dellen (1989) een verband gelegd tussen routekeuzeproblemen in de bebouwde kom en ongevallen (zie par. 4.8).

3. Het manoeuvreren van het voertuig. Belangrijke manoeuvres zijn:

- Inhalen: Bekend is dat inhaalmanoeuvres tot de gevaarlijke manoeuvres behoren, mede doordat een foutieve inhaalmanoeuvre tot frontale botsingen kunnen leiden. De behoefte aan inhalen ontstaat waar de snelheden in een verkeersstroom een grote spreiding hebben, in het bijzonder vormen langzame rijders een probleem.
- Volgen: Het probleem wordt manifest bij intensief verkeer in een ader en bij nadering van kruisingen door een cluster voertuigen, waarbij onverwacht wordt geremd voor een op rood springend verkeerslicht of langzaam wordt gereden teneinde af te slaan. Naast snelheid speelt volgtijd een belangrijke rol bij het ontstaan van ongevallen.
- Kruisen: Dit is ook één van de gevaarlijke manoeuvres daar flank-botsingen op deze wegen waar relatief hard wordt gereden veelal ernstig aflopen.
- Koers houden: Rijsnelheid staat in nauwe relatie met de kans om van de weg af te raken, in verband met de beschikbare tijdsruimte om een afwijkende koers te kunnen corrigeren. Ook hier is de ernst van de afloop bij botsingen tegen obstakels langs de weg afhankelijk van de botssnelheid.

Er zijn uiteraard nog vele andere manoeuvres te noemen, zoals keren, parkeren, wegrijden van een parkeerplaats, enz. De rijtaak kan op dit manoeuvre-niveau zeer complex zijn en snelheidskeus vormt hierbij een belangrijk onderdeel. Een botsing kan in de meeste gevallen worden gezien als een gevolg van het feit dat de bestuurder niet in staat was op tijd te stoppen, met andere woorden dat de snelheid niet aangepast was aan de heersende condities. De Wegenverkeerswet stipuleert dat de bestuurder te allen tijde zijn voertuig tot stilstand moet weten te brengen binnen de afstand waarop de weg vrij en te overzien is. De behoefte aan informatie is op dit niveau frequent tot bijna continu aanwezig. Zoals eerder gesteld zijn de subtaken waarnemen, beoordelen, beslissen en handelen op elk van de hierboven genoemde niveaus van toepassing. Problemen met een juiste snelheids-

keus kunnen dus gelegen zijn in niet goed waarnemen, beoordelen, beslissen of handelen en deze problemen kunnen tot allerlei soorten ongevallen leiden.

De ongevalgegevens van CBS (1989) worden onder meer onderscheiden naar ongevallenmanoeuvre, genummerd van 0 tot en met 9. Er zal een correspondentie bestaan tussen enerzijds de beschreven problemen met de uitvoering van de rijtaken en de daaruit voortvloeiende snelheidskeus en anderzijds ongevallen (tussen auto-auto en auto-langzaam verkeer).

- Enkelvoudige ongevallen (no. 0 en 9) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met problemen met het houden van de juiste koers van het voertuig, d.w.z. de juiste snelheid in relatie met de juiste stuurmanoeuvres.

- Ongevallen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting zonder afslaan (no. 1) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met problemen bij het volgen (snelheid, volgafstand).

- Ongevallen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting zonder afslaan (no. 2) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met problemen bij het inhalen.

- Ongevallen tussen voertuigen op kruisende wegen of uitrit (no. 5 en 6) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met problemen bij het kruisen.

- Ongevallen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting met afslaan (no. 3) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met volgproblemen bij kruisingen/uitritten.

- Ongevallen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting met afslaan (no. 4) zullen voor een (belangrijk) deel te maken hebben met de nadering van tegenliggers bij kruisingen of uitritten.

In Tabel 1 zijn de aantallen letselongevallen in 1984 op provinciale wegen buiten de bebouwde kom en op 80/90-km/uur-wegen onderscheiden naar CBS-ongevallenmanoeuvres. Tabel 2 geeft het aantal letselongevallen buiten de bebouwde kom in 1984 weer onderscheiden naar ongevallenmanoeuvre en wegsituatie, alsmede de rij- en kolompercentages.

In Tabel 3 is het resultaat van de probleemanalyse schematisch weergegeven: de belangrijkste 'uitspringers' zijn:

- Enkelvoudige ongevallen op rechte wegvakken en in bogen.
- Botsingen tussen verkeersdeelnemers rijdende in dezelfde richting op rechte wegvakken en bij kruisingen.

- Botsingen tussen verkeersdeelnemers rijdende in tegengestelde richting op rechte wegvakken en in bogen.
- Botsingen tussen kruisende verkeersdeelnemers bij kruisingen.

2.4. Probleemsituaties op 80 km/uur-wegen

Dijkstra (1989) heeft situaties aangegeven waar naar plaats, tijd en omstandigheden absoluut of relatief veel ongevallen voorkomen.

Globaal zijn deze situaties voor wegvakken weergegeven in Tabellen 4, 5 en voor kruispunten in Tabel 6.

Uit Tabel 4 leiden we af dat ten aanzien van ongevallendichtheid op wegvakken alle wegen met gesloten verklaring als probleemsituatie kunnen worden aangemerkt, wordt echter naar het ongevallenquotiënt gekeken dan zijn het de wegen smaller dan 7 m. Voor wegvakken op wegen opengesteld voor alle verkeer zijn ten aanzien van ongevallendichtheid en -quotiënt als probleemsituatie aan te merken de wegen breder dan 5 m en een etmaal-intensiteit tussen 1000 - 3000 motorvoertuigen.

Tabel 5 geeft weer het aantal ongevallen op twee typen wegvakken verdeeld naar botspartner per ongevallenmanoevregroep.

Samengevat: Als probleemsituatie op 80 km/uur-wegen zijn aan te merken wegen breder dan 5 m.

Ten aanzien van kruispunten vertonen kruispunten met vier takken meer ongevallen dan die met drie takken en neemt het aantal ongevallen toe bij toenemende motorvoertuigintensiteit.

Tabel 6 geeft de aantallen ongevallen weer op 3- en 4-taks kruispunten onderscheiden naar ongevallenmanoevregroep en botspartner. Bijna driekwart van de letselongevallen op kruispunten met vier takken valt in de manoeuvregroep 'in kruisende richting'.

Deze gegevens kunnen worden beschouwd als een nadere detaillering van Tabel 1.

3. KENMERKEN VAN BESTUURDER, WEG, VERKEER EN SNELHEID

3.1. Theoretische verbanden tussen snelheid en andere kenmerken

Op basis van theoretische overwegingen kan in principe worden gesteld dat naarmate de snelheid van een individuele auto hoger is:

- de reactieweg langer is gegeven een vaste reactietijd;
- de remweg langer zal zijn (kwadratische relatie met snelheid);
- de kans om van de weg te raken groter is;
- een groter kans op een botsing groter is;
- de botssnelheid hoger zal zijn;
- de botsenergie groter is (kwadratische toename met de snelheid);
- de impuls toeneemt (evenredig met de botssnelheid);
- de letselkans aanmerkelijk groter is;
- de letselernst groter is;

Theoretisch gezien vormt snelheid dus een belangrijke oorzakelijke factor voor de verkeersonveiligheid. Verder is snelheid één van de belangrijkste beïnvloedingsgrootheden voor de verkeersveiligheid: de bestuurder kan de snelheid eenvoudig aflezen en instellen, de wegbeheerder kan uit weg-, verkeers- en omgevingskenmerken afleiden wat de gewenste (maximum en/of minimum) snelheid is en deze door middel van (veranderlijke) borden aangeven, de politie kan eenvoudig, betrouwbaar, nauwkeurig en automatisch controle op de naleving van de snelheidslimiet verrichten.

Basisdiagram. De operationele situatie van een verkeersstroom wordt gedefinieerd door drie parameters: snelheid, intensiteit en dichtheid. Leutzbach (1988), TRB (1985), Brilon (1976), Wohl & Martin (1967) behandelen theoretische relaties tussen intensiteit en dichtheid en tussen intensiteit-snelheid (basisdiagram) in een ononderbroken stroom voor verschillende soorten wegen (Afbeeldingen 1, 2 en 3 en Tabellen 7 en 8). De relaties zijn ook empirisch onderzocht. De curves in de afbeeldingen zijn een grafische weergave van deze relaties. Ze zijn tot stand gekomen door een best-fit kromme door een puntenwolk te trekken. De vorm van de curve wordt mede bepaald door plaatselijke kenmerken.

Een verduidelijking van de figuren: de intensiteit heeft de waarde 0 bij dichtheid 0 (geen verkeer) en bij congestiedichtheid, waarbij het verkeer stilstaat. Daar tussenin neemt aanvankelijk bij toenemende dichtheid de intensiteit toe en de snelheid af door onderlinge interacties tussen de

voertuigen. Bij lage intensiteit en dichtheid heeft de bestuurder een vrije snelheidskeus. Bij maximale intensiteit (= capaciteit) wordt de kritische dichtheid en kritische snelheid bereikt. De stroom is in een instabiele fase gekomen: er zijn geen hiaten in de stroom, waardoor de ruimte ontbreekt om storingen in de stroom op te vangen. Een gegeven intensiteit kan dus onder twee condities voorkomen: lage dichtheid en hoge snelheid en hoge dichtheid en lage snelheid. De gestippelde delen van de curves geven de instabiele conditie weer. Het is gewenst de stroom in het stabiele gebied te houden.

Nilsson (1989) stelt dat de relatie tussen snelheid en intensiteit uit de Highway Capacity Manual (TRB, 1985) niet opgaat voor de Zweedse situatie: de snelheid was min of meer onafhankelijk van de intensiteit. Alhoewel congestiecondities weinig voorkomen op de Zweedse wegen zal de curve, als zich zo'n conditie voordoet, overeenkomen met het basisdiagram. Relaties tussen verschillende verkeersstroomkenmerken zijn in de Tabellen 7 en 8 in formules uitgedrukt.

De kwaliteit van een weg gedurende diverse perioden van de dag kan worden gekarakteriseerd door de grootheden:

- Gemiddelde rijsnelheid: de lengte van een beschouwd wegvak of verbinding gedeeld door de gemiddelde tijd benodigd door voertuigen in beide richtingen om dit te berijden gedurende een bepaalde periode.
- Percentage vertraging: de gemiddelde percentage tijd waarbij alle voertuigen vertraging ondervinden doordat ze niet kunnen inhalen. Dit wordt als belangrijkste grootheid beschouwd die de kwaliteit weergeeft.
- Mate gebruik capaciteit: de verhouding tussen aanbod en capaciteit.

De curves voor de 'rural two-lane highways' (te vergelijken met '80 km/ uur-wegen met twee rijstroken') zijn gegeven in Afbeelding 4 (TRB, 1985). Hieruit blijkt dat binnen een grote intensiteitsbereik de snelheid relatief weinig varieert. Pas waar de intensiteit in de buurt van de capaciteit komt krijgen we een sterke daling van de snelheid.

Er kunnen globaal drie intensiteitscondities worden onderscheiden:

- Geringe intensiteit waardoor een vrije snelheid kan worden gekozen;
- Intensiteit nadert de capaciteit waarbij de afwikkeling maximaal is;
- Congestie waarbij het verkeersaanbod groter is dan de capaciteit.

Bij een beschouwing van de snelheid dient deze in relatie te worden gezien tot de heersende intensiteit.

Het lijkt van belang om wetmatigheden in verkeersstromen op 80 km/uur-wegen niet alleen op wegvakken te onderzoeken, maar ook bij kruisingen en bij inhalen, teneinde deze stromen door middel van de snelheid te kunnen beheersen.

3.2. Verwachtingspatronen van de bestuurder

Gerson & Lunenfeld (1986) benaderen de snelheidskeus vanuit het verwachtingspatroon bij de bestuurder binnen de context van de rijtaak: discrepantie tussen verwachting en realiteit kan tot problemen leiden in de uitvoering van de rijtaak op al de niveaus. Door informatie te geven die is afgestemd op de zich voordoende afwijkende situatie kan de discrepantie tussen verwachting en werkelijkheid worden opgeheven en daarmee de veiligheid worden verhoogd. Wegen dienen ontworpen en uitgerust te worden op een manier die tegemoetkomt aan het verwachtingspatroon bij de voertuigbestuurders of deze bevestigt, anderzijds dient bij het ontwerp voorkomen te worden dat onjuiste verwachtingen worden geschapen bij de bestuurder. Bestuurdersfouten kunnen veroorzaakt worden door: strijdigheid met verwachting, situaties die te veel vragen van de bestuurder met als gevolg overbelasting van de bestuurder, situaties die te weinig van de bestuurder vergen met als gevolg verslapping van de aandacht, borden die inhoudelijk onvolkomen, of dubbelzinnig zijn, dan wel weinig zeggen, informatie die niet op de juiste plaats en/of tijdstip wordt gegeven, borden die niet waarneembaar zijn doordat ze zijn afgeschermd, borden die niet voldoende groot zijn in relatie tot de rijnsnelheid.

Ook de behoefte aan informatie en de mate van complexiteit van de verwerking van deze informatie voor de bestuurder op de verschillende niveaus worden in het rapport van Gerson & Lunenfeld (1986) behandeld. Er dient rekening te worden gehouden met prioriteiten in informatiebehoefte, daar waar overbelasting van de bestuurder dreigt zal informatie in tijd en ruimte gespreid dienen te worden, 'first things first'.

3.3. Analyse van de verkeerstaak

Verkeerstaakanalytische theorieën over relaties tussen rijnsnelheid, wegkarakteristieken en ongevallen op 80 km/uur-wegen worden door Hendrickx & Van der Hoeven (1987) gegeven. Uitgegaan wordt van een classificatie van verkeerstaakaspecten, onderscheiden naar basistaken, taken gerelateerd

aan specifieke verkeerscondities en wegkarakteristieken of omstandigheden en taken op en bij kruisingen. Op basis van een normatieve taakanalyse waarbij nagegaan wordt welk snelheidsgedrag adequaat is, wordt een gedragsfoutenanalyse gegeven, onderscheiden naar de niveaus in rijtaken, strategische, tactische en operationele fouten (ritplanning, volgen, inhalen, naderen kruisingen en berijden van bochten).

Aansluitend op deze theoretische beschouwingen is een literatuurstudie verricht (zie par. 4.1) naar relaties tussen rij snelheden en wegkenmerken (Van der Hoeven, 1987). Beide rapporten eindigen met aanbevelingen voor onderzoek naar oorzaken van ongevallen op 80 km/uur-wegen door:

- identificatie van kritische verkeerstaakaspecten;
- beschrijving van het modale gedrag bij deze taakaspecten;
- analyse van de oorzaken van gedragsfouten en daaruit resulterende ongevallen; als algemeen probleem wordt beschouwd de discrepantie tussen verwachtingspatroon en werkelijkheid.

Deze rapporten geven aanwijzingen voor nader te verrichten onderzoek met een fundamenteel karakter. Wel kunnen bij het verrichten van experimenten om maatregelen te evalueren de hoofdstukken die betrekking hebben op de specifieke taken worden geraadpleegd.

Opgemerkt dient te worden dat uit de verrichte analyses is gebleken dat de bestuurder op zeer vele onderdelen 'in de fout' kan gaan en dat op deze gebieden erg veel onderzoek kan worden verricht. Als we als voorbeeld de manoeuvre inhalen nemen, is het probleem van de gedragsfoutenanalyse: hoe komen we aan de weet welke specifieke subtaken en in het bijzonder de snelheidskeuze uit het beschreven grote aantal taken in de praktijk werkelijk een probleem vormen, wat is de samenhang en ordening van deze delen, hoe kan samenhangend onderzoek worden verricht en op grond van welke criteria dienen prioriteiten te worden gesteld, en vervolgens, hoe bepalen we de te verwachten effecten op gedrag en veiligheid. Het verdient aanbeveling de normatieve taakanalyse en gedragsfoutenanalyse vanuit gedragswetenschappelijke discipline kritisch te evalueren.

Verder is naast een theoretische benadering een pragmatische aanpak gewenst. Een voorbeeld: Ten aanzien van het probleem inhalen en onveiligheid zal moeten worden nagegaan in hoeverre en op welke wijze de behoefte aan inhalen op 80 km/uur-wegen kan worden verkleind. Een analyse van een

inhaalmanoeuvre is zeer complex: waarnemen, beoordelen en beslissen op grond van eigen positie en snelheid ten opzichte van die van het/de in te halen voertuig(en) en het/de tegemoet komende voertuig(en). Daarbij dient de juiste koers gevolgd te worden. Hoe wordt de bestuurder geleerd deze taken op de juiste wijze uitvoeren? Ten aanzien van de snelheidskeus bij de manoeuvres volgen en kruisen zal ook nog het nodige onderzoek verricht moeten worden.

3.4. Verhardingsbreedte en rijsnelheid

Zoals eerder vermeld is erg veel literatuur te vinden over relaties tussen rijbaan, rijstrook/verhardingsbreedte en rijsnelheid. De resultaten hiervan zijn niet consistent met elkaar. Daar het uiteindelijk om de ongeval-lenkans en -ernst gaat en niet om de rijsnelheid wordt, afgezien van het te bespreken artikel, hier verder niet op ingegaan. Deze uitzondering wordt verklaard doordat de beschreven relaties hun weg hebben gevonden in een aantal richtlijnen in de BRD.

Maier & Meewes (1990) geven in Afbeelding 5 de relatie tussen rijbaan-breedte en vrije 15%, 50% en 85%-snelheid van personenauto's op rechte wegvakken van tweestrookswegen buiten de bebouwde kom. Deze relaties zijn in ontwerp- en beoordelingsrichtlijnen in de BRD gebruikt. In het onderzochte gebied tussen 5,5 m tot 10 m is de snelheid bij 9 m ca. 12 km/uur hoger dan bij 6 m. Grotere breedtes leiden niet tot noemenswaardige toename van de snelheid. De auteurs leiden uit deze bevindingen af dat het niet verantwoord is voor straten binnen de bebouwde kom een soortgelijke relatie te leggen tussen breedte en snelheid, immers uit de afbeelding blijkt dat bij een breedte van 5 m het 15-percentiel meer dan 70 km/uur bedraagt, waar de limiet in de kom 50 km/uur is.

3.5. Snelheid in bogen

Riemersma (1984) heeft literatuurstudie verricht naar het rijgedrag in bogen. Hij vond dat de verrichte onderzoeken te weinig aandacht gaven aan de spreiding in rijsnelheden in bogen, het verband tussen boogkenmerken en de vorm van de snelheidsverdeling, relatie tussen snelheid en zichtafstand in bogen, het snelheidsprofiel bij de nadering van bogen en de waarneming van eigen snelheid. Er werd onder meer gevonden dat de kenmerken van voorafgaande bogen van invloed was op de snelheidskeus en dat deze invloed

sterker was naarmate deze bogen recenter werden bereiden. Van belang werd geacht de snelheidsreductie bij de nadering van de boog. Ten aanzien van bebakening en markering in bogen zijn richtlijnen vastgesteld, die rekening houden met resp. ontwerp- en rijsnelheid (zie par 5.6).

4. SNELHEID EN ONVEILIGHEID

4.1. Literatuurstudie over de relatie tussen snelheid, wegkenmerken en ongevallen

Van der Hoeven (1987) heeft een literatuurstudie verricht naar relaties tussen rijsnelheden, wegkenmerken en ongevallen. De invloed van wegkenmerken zoals dwarsprofiel, horizontaal en verticaal lengteprofiel, omgeving en weersomstandigheden op snelheidsgedrag wordt hierin behandeld. Er wordt ingegaan op het aspect snelheid bij de uitvoering van de manoeuvres volgen, inhalen, rijden van bochten en naderen van kruispunten.

Problemen bij het volgen leiden onder meer tot kop-staartbotsingen. Een belangrijke oorzakelijke factor is de te korte volgafstand. Dit kan weer te maken hebben met een voorgenomen inhaalmanoeuvre. Snelheidsindicaties via matrixborden leidt op de snelweg tot minder ongevallen zonder dat noemenswaardige veranderingen in verkeersstroomkenmerken werden gemeten. Bij inhalen lijken hoge snelheden van in te halen voertuigen en van tegenliggers het probleem te vormen. De afstand tot de tegenligger is eerder bepalend voor de beslissing al dan niet in te halen en niet of veel minder de snelheid. Het schatten van snelheden van tegenliggend verkeer is een moeilijke opgave.

Gemiddelde en 85%-snelheid bij nadering van bogen op enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom werden gerelateerd aan de boogstraal. Problemen met perceptie en beoordeling van de boogkenmerken kan tot onaangepaste snelheid leiden.

Onaangepaste naderingssnelheid bij kruisingen kan met name tot kop-staart en flankbotsingen leiden. Perceptie en beoordelingsproblemen spelen hierbij een rol.

Aangetekend dient te worden dat het door de onderlinge afhankelijkheid van verschillende kenmerken moeilijk is vast te stellen welke kenmerk(en) het sterkste effect hebben. Het is goed erop te wijzen dat het er niet om gaat om de snelheid te drukken, maar om de ongevallen- en letselkans omlaag te brengen, waarbij een middel kan zijn de snelheid omlaag te brengen.

Door versmalling van de rijbaanbreedte zou eventueel de snelheid omlaag gebracht kunnen worden, echter de kans om van de weg te raken wordt ermee vergroot, weliswaar zal door de lagere snelheid de ernst van de afloop geringer worden.

4.2. Literatuurstudie over de relatie tussen snelheidsverdeling en ongevallen

Cowley (1987) heeft Australische, Amerikaanse en Europese literatuur, die elders in dit rapport ook wordt behandeld, over dit onderwerp onderzocht en de volgende inhoudelijke tweedeling gemaakt:

- Onderzoek naar relatie tussen veranderingen in snelheidsverdelingskenmerken en veranderingen in ongevallen- en letsselfrequenties, veelal na invoering van snelheidsmaatregelen. Dit betreft meest Europees onderzoek, waarvan die van Nilsson (1981) als toonaangevend wordt beschouwd. Verwezen wordt naar de par. 5.3. en 4.3.
- Onderzoek naar snelheid van voertuigen bij ongevallen betrokken in vergelijking met snelheden in de verkeersstroom, om die delen van de snelheidsverdeling aan te kunnen wijzen die verband houden met een groot ongevallenquotiënt. Dit zijn Amerikaanse onderzoeken in de jaren vijftig en zestig uitgevoerd (Solomon, 1964 en Research Triangle Institute (RTI), 1970). Het aantal letsels per 100 bij ongevallen betrokken voertuigen neemt toe met de snelheid, hetgeen overeenkomt met Nilsson (zie verder par. 4.4).

4.3. Relatie tussen snelheid, inhalen en ongevallen op tweestrookswegen

4.3.1. Theoretische relaties

Hauer (1971) formuleerde de theoretische relaties tussen inhalen, snelheid en ongevallen. De gedachte is dat ongevallen in relatie staan met ontmoetingen en deze weer met inhalen. Theoretisch en empirisch geldt dat het aantal inhaalmanoeuvres (passief en actief) die een bestuurder op een trace van gegeven lengte ervaart afhankelijk is van zijn rijsnelheid. Dit wordt door bestuurders veelal niet als zodanig onderkend. Afbeelding 6 geeft zowel de U-vormige relatie tussen de rijsnelheid en het aantal inhaalbewegingen (actief en passief) weer, als die tussen de 'involvement rate' en rijsnelheid (de U-curve van Solomon). Involvement rate is het aantal bij ongevallen betrokken bestuurders gedeeld door het aantal voertuigkilometers. De U-curve van Solomon wordt (ten dele) verklaard door de curve van de relatie tussen inhalen en snelheid, aldus Hauer.

Hauer stelt verder dat vele automobilisten niet bewust zijn dat zij door hun snelheidskeus het aantal inhaalbewegingen kunnen beïnvloeden en dat ze menen dat langzaam rijden - langzamer dan de mediaan snelheid - veilig

is, niet beseffende dat de groep langzaamrijders een verhoogd-risicogroep vormt. Deze misvatting wordt mede ingegeven door voorlichtingscampagnes die slechts het gevaar van snel rijden benadrukt. Adviesnelheidsborden dienen de mediaansnelheid aan te geven en campagnes dienen het gevaar van hoge en lage snelheid te benadrukken, meent Hauer. Hauer refereert naar Solomon (1964) als hij het heeft over de ernst van inhaalongevallen. Het aantal letsels per ongeval wordt als indicator gehanteerd voor de ernst van ongevallen. Deze grootte neemt toe met de derde macht van de snelheid. Veronderstellende dat de kans op een inhaalongeval proportioneel toeneemt met het aantal inhaalmanoeuvres, wordt berekend met welke snelheid gedurende een rit gereden moet worden om het gemiddelde aantal letsels minimaal te doen zijn. Deze snelheid ligt iets onder de mediaansnelheid. Met andere woorden, de kans om betrokken te raken bij een inhaalongeval en de kans om letsel op te lopen is minimaal als met de mediaansnelheid (of iets lager) wordt gereden.

Theoretisch wordt berekend hoe groot de reductie in het aantal inhaalmanoeuvres is bij instelling van resp. een maximum, een minimum en een maximum én een minimum snelheid. Indien een maximum snelheid invloed uitoefent op 15% van de voertuigen dan wordt het aantal inhaalmanoeuvres met ca. 10% gereduceerd. Wordt een minimum snelheid ingesteld en heeft dit eveneens effect op 15% van de bestuurders, dan is de reductie in het aantal inhaalmanoeuvres per weglengte-eenheid ongeveer 23%, dus meer dan twee maal zoveel als bij een maximum snelheid. Bij instellen van een boven- en ondergrens is de reductie de som van de gevonden waarden, dus circa 33%.

Bij een pilotmeting van de rijsnelheid op enkele Nederlandse 80 km/uur-wegen bleek dat de standaardafwijking groot is: voor weg met gesloten verklaring en weg voor alle verkeer resp. 16,7 en 17,6 km/uur. De mediaansnelheden op de bemeten wegen met gesloten verklaring en op wegen voor alle verkeer zijn resp. 80 en 88 km/uur. Het is duidelijk dat we in het laatste geval niet de mediaansnelheid als advies kunnen geven, daar de limiet 80 km/uur is.

De volgende benaderingen zijn voor onze wegen mogelijke oplossingen:

- Naleving van de limiet met automatisch toezicht te bewerkstelligen en in deze nieuwe situatie de mediaansnelheid weer te geven.
- Minimum en maximum (= 80 km/uur) snelheid wordt geduid en bij onder-, resp. overschrijding een wordt knipperend snelheidssignaal gegeven. Eventueel kan naleving van de limiet met automatisch toezicht worden opgelegd.

4.3.2. Empirische bevindingen

Leutzbach & Brannolte (1989) hebben een beschouwing gewijd aan de inhaalproblematiek op tweestrookswegen buiten de bebouwde kom.

Afbeelding 7 hieruit geeft de cumulatieve snelheidsverdelingen weer voor verschillende rijbaanbreedtes en Afbeelding 8 de ongevallen per uur en km weg, afhankelijk van de intensiteit. De ongevallenkans neemt toe bij gelijke intensiteit met afnemende rijbaanbreedte. Het grootste aandeel wordt gevormd door inhaalongevallen (Afbeelding 9).

Afbeelding 10 geeft weer het ongevallenquotiënt bij daglicht, onderscheiden naar type, in relatie tot de verkeersintensiteit. Hieruit blijkt dat het enkelvoudige-ongevallenquotiënt eruit springt bij lage intensiteit. Het kop-staartongevallenquotiënt springt eruit bij hoge intensiteiten.

Het inhaalongevallenquotiënt is bij hoge intensiteiten aanzienlijk.

Bestuurders nemen bij hoge intensiteiten kennelijk grote risico's bij het inhalen, terwijl de volgtijdverdeling van de tegemoetkomende stroom dit niet rechtvaardigt. De auteurs stellen op grond van deze bevindingen de volgende hypothesen:

- De wenssnelheden zijn ongeveer gelijk voor de wegen met verschillende rijbaanbreedte.
- Om deze wenssnelheden te kunnen realiseren dient een bepaald aantal inhaalmanoeuvres uitgevoerd te worden.
- Het werkelijke aantal uitgevoerde inhaalmanoeuvres is afhankelijk van rijbaanbreedte en intensiteit (in het bijzonder van het tegenliggend verkeer) geringer dan het gewenste aantal.
- Het verschil tussen gewenst en gerealiseerd aantal inhaalmanoeuvres wordt de "Überholdruck" of "inhaaldruk" genoemd. Deze verklaart mede het verschil in ongevallensquotiënt voor de verschillende rijbaanbreedtes bij gelijke intensiteit.

Afbeelding 11 geeft het inhaalongevallenquotiënt weer, gerelateerd aan de verkeersintensiteit op de gehele rijbaan. Afbeelding 12 geeft een berekend vereiste aantal inhaalmanoeuvres om de wenssnelheid te kunnen aanhouden en het werkelijke mogelijke aantal inhaalmanoeuvres. Verondersteld wordt dat de snelheidsverdelingen onafhankelijk van de verkeersbelasting zijn. Vergelijking van Afbeelding 9 (inhaalongevallen) met Tabel 3 (manoeuvre 1: ongevallen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting) laat grote verschillen zien. Dit is te verklaren doordat ongevallenmanoeuvre 1 en inhaalongevallen elkaar slechts ten dele dekken.

Afbeelding 13 geeft de relatie weer tussen resp. 15%- , 50%- en 85%-snelheid en intensiteit op tweestrookswegen buiten de bebouwde kom. We kunnen hieruit zien dat de 85%-snelheid afneemt met toenemende intensiteit, voor de 50%-snelheid is dit in geringere mate het geval en voor de 15%-snelheid is dit onafhankelijk van de intensiteit. Bij geringe intensiteit is de 85%-snelheid relatief hoog, ook het enkelvoudige-ongevallenquotiënt is zoals we zagen bij geringe intensiteit groot. Vergelijk ook de Afbeeldingen 19 en 20 (te behandelen in par. 4.5) met betrekking tot 'single-vehicle'-ongevallen.

Daar ongevallen rondom inhaalmanoeuvres een belangrijk probleem vormen is verdere theoretisch en praktijkonderzoek voor de Nederlandse situatie gewenst.

4.4. Scheefheid van snelheidsverdeling en ongevallenquotiënt

Taylor (1965) heeft een relatie gelegd tussen ongevallenquotiënt en het al-dan-niet normaal zijn van de snelheidsverdeling op wegvakken vallende binnen een verbinding met een ongunstige ongevallenhistorie. Empirisch is gevonden dat er een sterke relatie bestaat tussen ongevallenfrequentie en het afwijken van de normale verdeling van de snelheden. Locaties met een scheve verdeling hebben meer ongevallen dan locaties met een normale verdeling. De 'kurtosis' is geen betrouwbare indicator gebleken. Een maatregel zoals 'speed zone', d.w.z. een lokaal snelheidsbord, die de snelheidsverdeling doet veranderen van niet-normaal naar normaal verkleint de ongevallenkans. Het effect van een speed-zone is afhankelijk van specifieke kenmerken van weg, verkeer en omstandigheden en van de snelheidsverdeling in de voor- en nasituatie. Speed-zones zullen alleen daar toegepast dienen te worden waar de snelheidsverdeling niet symmetrisch is, aldus Taylor.

Opvallend is dat Taylor andere belangrijke kenmerken van een verdeling zoals gemiddelde, spreiding, 85ste-percentiel niet mede in beschouwing heeft genomen in zijn artikel. Niet bekend is in welke mate en in welke richting deze kenmerken veranderd zijn na invoering van de speed-zones. Het is niet voldoende om bij de interpretatie alleen de scheefheid en kurtosis te beschouwen. Verder is de gegeven 'theorie' weinig bruikbaar: de scheefheid kan niet voorspeld worden op grond van de in de theorie genoemde kenmerken die de scheefheid van de verdeling beïnvloeden. Het is wel interessant om bij uit te voeren onderzoek de scheefheid mede bij de interpretatie te betrekken.

4.5. Rijsnelheid en betrokkenheid bij ongevallen

De betrokkenheid bij ongevallen per afgelegde afstand op een wegvak neemt toe bij grote afwijkingen van de gemiddelde snelheid. Dit vinden we o.a. terug bij Solomon (1964) en TRB (1984). In Afbeelding 14 wordt deze onderscheiden naar dag en nacht en in Afbeelding 15 naar Interstate en rural highways. De curves vertonen een U-vorm.

Er dient te worden aangetekend dat informatie over de rijnsnelheid vóór het ongeval (niét de botssnelheid) van ongevalsbetrokkenen in het Solomon-onderzoek werd verkregen uit de ongevallenrapporten. Deze informatie werd veelal door de bestuurder zelf opgegeven, soms door de politie of getuigen. Er moet dus rekening worden gehouden met een lagere opgave van de snelheid dan werkelijk is gereden om voor de hand liggende redenen. Cowley (1987) vermeldt een zwakkere U-curve door RTI (1970) en West & Dunn (1971) gevonden, door ongevallen waarbij voertuigen bij kruisingen afsloegen (lage snelheden) uit te sluiten.

Afbeelding 16 geeft o.a. de relatie weer tussen het aantal gewonde personen per 100 voertuigen betrokken bij een ongeval en de gereden snelheid. Boven de 50 mph stijgt de curve sterk.

Afbeelding 17 geeft weer de relatie tussen letselquotiënt en rijnsnelheid voor zowel dag als nacht. Ook hier weer een U-vorm; de nachtelijke situatie is voor de hoge snelheden aanmerkelijk gevaarlijker.

Afbeelding 18 geeft de relatie weer tussen de kans op fatale afloop en de verandering van snelheid. De kans om gedood te worden bij een botssnelheid van 50 mph is twee maal zo groot als bij 40 mph.

Solomon (1964) vond dat het aantal personen dat gedood werd per afgelegde weg sterk toenam bij zeer hoge snelheden. 's Nachts was het fataliteitsquotiënt bij snelheden hoger dan 73 mph bijna 20 keer zo groot als overdag.

Afbeelding 19 is door Cowley (1980) afgeleid uit de gegevens van Solomon. Hier worden de ongevallen onderscheiden naar obstakel-, eenzijdige, frontale en kop-staartongevallen en onder een hoek.

Afbeelding 20 geeft de relatie weer tussen rijnsnelheid en het aandeel betrokkenen bij ongevallen naar botsingstype. Hieruit blijkt dat het aandeel kop-staartbotsingen en botsingen waarbij betrokkenen uit rij-richtingen komen die een hoek met elkaar maken, voor de lage snelheden zeer groot is (elk bijna 45%). Het letselquotiënt was voor lage snelheden zeer groot, hetgeen erop wijst dat bij botsingen tussen twee voertuigen grote

snelheidsverschillen aanwezig waren (kop-staart, frontale of flankbotsingen). Als oorzaak voor de lage rijsnelheid kunnen kruisingen, uitritten, toeritten worden aangewezen. Het aandeel enkelvoudige ongevallen groeit bij zeer hoge snelheden naar 50%.

Afbeelding 21 geeft de cumulatieve verdeling van het snelheidsverschil van paren personenauto's die bij een kop-staartbotsing betrokken waren en tijdens normaal verkeer. Hieruit blijkt dat het snelheidsverschil bij 32% van de bij ongevallen betrokken voertuigparen groter was dan 30 mph, terwijl dit voor het normale verkeer slechts voor 1% geldt.

TRB (1984) vermeldt dat de standaardafwijking van de snelheidsverdeling sinds 1973 aanmerkelijk is verkleind, met 25-30% (Afbeelding 22). Dit draagt voor een belangrijke mate bij aan de grotere veiligheid. Statistische toetsen uitgevoerd op ongevallen- en snelheidsgegevens over de jaren 1981 en 1982 gaven geen significante verbanden te zien tussen gemiddelde snelheid en resp. 'fatality rate' (doden per voertuigmijl), bestuurders die de limiet overschrijden, percentage bestuurders die harder dan 65 mph reden en de 85%-snelheid. Staten met hogere gemiddelde snelheden hebben geen grotere fatality rates dan staten met lagere gemiddelde snelheden. Het verband tussen spreiding van de snelheden en fatality rate is wel significant.

Dit is niet in overeenstemming met hetgeen Nilsson (1981) empirisch heeft gevonden: aanmerkelijke reducties in ongevallenquotient als gevolg van daling van de gemiddelde snelheid (zie par. 3.6).

De ernst van de afloop van een ongeval kan worden afgemeten aan het aantal gewonden per ongeval. Uit de gegevens van Solomon (1964) blijkt dat dit toeneemt met de derde macht van de snelheid (vergelijk Nilsson, 1981). Om het aantal letsels per trip te minimaliseren dient een snelheid gekozen te worden die iets onder de mediaansnelheid ligt. Snelheidslimieten in de vorm van een maximum en een minimum snelheid zullen het aantal inhaalmanoeuvres reduceren. Het instellen van een minimum snelheid is enkele malen effectiever dan dat van een maximum snelheid ten aanzien van een vermindering van het aantal inhaalmanoeuvres volgens Hauer (1971).

4.6. Vergelijking van studies over rijsnelheid en betrokkenheid bij ongevallen

Joksch (1975) heeft gegevens vergeleken van verschillende onderzoeken waaronder dat van Solomon (1964) met betrekking tot de relatie tussen

"fatal accident involvement" en "accident involvement related to speed"; en komt tot de conclusie dat er een consistente samenhang aanwezig is tussen de ernst van ongevallen en rijsnelheid maar dat er in de kwantitatieve relaties bij de diverse onderzoeken grote verschillen te vinden zijn. Joksch heeft getracht te komen tot een 'best estimate' van deze kwantitatieve relatie rekening houdend met verschillen in registratie, typen ongeval, etc.

Er kan op grond van de geaggregeerde gegevens geen functionele (causale?) relatie worden afgeleid over de invloed van rijsnelheid op de kans op (dodelijk) letsel.

Afbeelding 23 geeft relaties weer tussen rijsnelheid en 'fatal + injury involvement per 100 involvements' voor een aantal staten.

Tabel 9 geeft deze relaties weer onderscheiden naar 'single-vehicle and multi-vehicle accidents'. Boven de 40 mph komen de waarden voor beide typen ongevallen aardig overeen, dit is niet het geval voor de lagere snelheden. Als mogelijke verklaring wordt gegeven een verschil in registratieniveau: bij een enkelvoudig ongeval met lichte schade wordt eerder afgezien van het rapporteren hiervan, waar meer partijen betrokken zijn zal eerder gerapporteerd worden. Indien dit het geval is krijgen we een 'opgeblazen' beeld van de waarden vermeld bij de enkelvoudige ongevallen. Een andere mogelijke verklaring is dat obstakelongevallen over het algemeen eerder ernstig aflopen vanwege de starheid van obstakels zoals bomen of masten.

Het onderzoek van Solomon is zo'n 30 jaar oud. Verder worden gegevens van verschillende wegvakken geaggregeerd: een ongunstige score kan komen door een onveilig wegtype en niet zozeer door een lage snelheid. Gebruik is gemaakt van door bij ongevallen betrokkenen gegeven opgave van gereden snelheid, wat een veel lagere uitkomst kan geven uit angst voor sancties van politie of verzekeringsmaatschappij. Verder zitten in het gebruikte ongevallenbestand ongevallen op kruispunten, dit verklaart ten dele het gevaar voor de groep langzaamrijders.

De U-vorm is uit theoretisch en empirische onderzoeken afgeleid, dan wel gevonden, weliswaar verschilt de sterkte van de curves onderling afhankelijk van al-dan-niet meenemen van kruisingsongevallen.

Uit de resultaten van statistische toetsen uitgevoerd over gegevens van 1981 en 1982 zou kunnen worden afgeleid dat de kans op enkelvoudige ongevallen (snelheidsverschillen tussen voertuigen is in de meeste gevallen dan niet relevant) niet in relatie staat tot de gemiddelde snelheid.

Dit lijkt onwaarschijnlijk: een hoge rijsnelheid geeft minder ruimte en tijd om koersafwijkingen te corrigeren. Verder zullen (bij gelijk blijvende ongevallenkans) ongevallen ernstiger aflopen door de hogere rijsnelheid. Deze resultaten komen niet overeen met die van andere onderzoeken.

4.7. Relatie tussen rijsnelheid, botssnelheid en afloop van tweewielerongevallen

Van Kampen (1985) benadert het probleem bij botsingen tussen personenauto's en tweewielers vanuit de theorie en praktijk. Theoretische berekeningen kunnen worden gemaakt ten aanzien van relatie tussen rijsnelheid en botssnelheid gegeven snelheid auto, afstand tot tweewieler en remvertraging. Bij een botsing krijgt de tweewieler een geweldige snelheidsverandering te verduren en door het verschil in structurele eigenschappen loopt de tweewieler en berijder de grootste schade op. In de praktijk is het botsproces echter zeer gecompliceerd en afhankelijk van vele factoren, waardoor de afloop van een botsing moeilijk te voorspellen is. In de literatuur wordt afgeleid op basis van een combinatie van de afzonderlijke snelheidsverdelingen van rij- en botssnelheid dat bij botsing tussen auto en fiets de botssnelheid van de auto gemiddeld 80% van de rijsnelheid bedraagt. De relatie tussen botssnelheid en afloop van het ongeval is door diverse auteurs in de literatuur behandeld.

Afbeelding 24 geeft weer de relatie tussen de botssnelheid van de auto en de letselernst van fietsers, waarbij opgemerkt moet worden dat de spreiding groot is. Bij botssnelheden lager dan 30 km/uur komt geen dodelijke afloop voor. Verwacht mag worden dat een verlaging van de rijsnelheid tot een verlaging van de botssnelheid zal leiden en dit weer grote positieve invloed op de afloop van botsingen zal hebben.

4.8. Relatie tussen botssnelheid en letselernst van voetgangers en (brom)fietsers

In Afbeelding 25 is een aantal relaties weergegeven tussen botssnelheid en letselernst van voetgangers (Huijbers & Van Kampen, 1985). Een daling van de gemiddelde snelheid zal zowel het aantal gewonden doen afnemen als de gemiddelde letselernst. Uit literatuurgegevens blijkt de kans op dodelijk letsel voor een voetganger bij botssnelheden lager dan 30 km/uur zeer klein te zijn en de auteurs schatten dat de kans om gewond te raken zal

worden gereduceerd met ca. 30%, met de aantekening dat deze sterk afhankelijk is van de verdeling van de gereduceerde botssnelheid. De relatie tussen botssnelheid en letselerst bij tweewielers zal in grote lijnen overeenkomen met die bij voetgangers.

4.9. Routekeuzeproblemen en verkeersonveiligheid

Engels & Dellen (1989) hebben een aantal hypothesen met betrekking tot relaties tussen routekeuzeproblemen en verkeersonveiligheid in 26 Duitse steden getoetst. De basishypothese dat 'non-locals' een grotere 'Unfallverursachungsrisiko' hebben dan 'locals' kon niet worden gefalsifieerd. Auto-auto ongevallen tussen locals en non-locals werden onderscheiden naar veroorzaker van het ongeval. Het quotiënt hiervan wordt 'Fremdenrisiko' genoemd en is voor alle steden totaal 1,23. Van de 26 steden is het quotiënt voor 24 steden > 1 , de twee kleinste steden uit de groep scoren resp. 1,00 en 0,98.

Verder werden een tiental specifieke hypothesen onderzocht, waaronder:

- Lichtgesteldheid: bij duisternis is het voor non-locals extra moeilijk de weg te vinden.
- Type weg: op snelweg is de routekeuze nauwelijks een probleem, in de stad daarentegen des te meer.
- Kruispunten waar de belasting voor de bestuurder hoog is het voor de bestuurder het extra moeilijk.
- Afstand tussen plaats ongeval en herkomst voertuig: hoe groter de afstand hoe groter het probleem voor de bestuurder is.

Statistisch werd aangetoond dat psychologische stressfactoren een meetbare invloed hebben op het ongevalsgebeuren. Geconcludeerd werd dat de theorie bevestigd werd dat er een 'Fremdenrisiko' bestond, dat wil zeggen een door 'Suchfahrten' verhoogd 'Unfallverursachungsrisiko'.

Alhoewel in dit artikel het probleem niet wordt gerelateerd aan rijnsnelheid lijkt het plausibel dat bestuurders bij het navigeren in een voor hen onbekende stad langzamer rijden ten opzichte van het overige autoverkeer en dat de hierdoor ontstane snelheidsverschillen een verhoogd risico opleveren.

5. SNELHEIDSBEINVLOEDING

5.1. Literatuurstudie over factoren van invloed op snelheid

Tenkink (1988) heeft op basis van een literatuurstudie een overzicht gegeven van theorie en empirisch onderzoek naar (omgevings)factoren die de snelheidskeuze beïnvloeden.

Verschillende gedragsmodellen zijn in ontwikkeling, deze geven echter vooralsnog kwalitatieve voorspellingen over effecten van een beperkt aantal factoren. Theorieën stellen dat bestuurders snelheden kiezen op basis van een afweging van voor- en nadelen. Risicofactoren beïnvloeden de snelheid maximaal als de consequentie van ongewenst gedrag tijdens het rijden herkenbaar, verifieerbaar, consistent en reëel zijn. Wordt aan die voorwaarden voldaan dan blijken reducties van tenminste 5 tot 10 % van de gemiddelde snelheid haalbaar.

Het rapport geeft verder een overzicht van snelheidsbeïnvloedende maatregelen en hun effect op de rijnsnelheid. Voorlichting en informatie, regelgeving en toezicht en wegkenmerken zoals wegoneffenheid, wegbreedte, bogen en rijzicht worden behandeld.

Tabel 10 geeft een overzicht van de effectiviteit van verschillende snelheidsbeïnvloedende factoren. Het rapport besluit met aanbevelingen om bij verder onderzoek naar snelheidsbeïnvloeding prioriteit te geven aan factoren die het meest relevant zijn voor ongevalrisico (bogen, obstakels langs de weg, wegbreedte).

Opgemerkt dient te worden dat het probleem niet zozeer snelheid op zich, is, maar deze snelheid in relatie tot weg-, verkeers- en omgevingskenmerken, die uiteindelijk de risico's bepalen. Een verlaging van de rijnsnelheid kan vrij eenvoudig worden bereikt door dikke bomen, lichtmasten of diep water vlak langs de rijbaan te situeren. Echter de kans op (ernstige) ongevallen wordt daardoor verhoogd. Maatregelen die beogen de snelheid te verlagen mogen niet de risico's doen toenemen.

Dit rapport geeft enkel resultaten van elders verricht onderzoek summier weer, derhalve kan dit rapport kan goed gebruikt worden als eerste verkenning naar de materie en vereist vervolgens nadere bestudering van de behandelde literatuur.

5.2. Literatuurstudie over gedragsbeïnvloeding door verkeersborden

Veling (1985) heeft literatuuronderzoek verricht naar gedragsbeïnvloeding in het verkeer door verkeersborden. Hij maakt onderscheid in:

- Voorwaardelijke gedragsinstructies: het voorschrift om het betreffende gedrag pas uit te voeren als aan bepaalde voorwaarden in de omgeving is voldaan. Dit leidt tot een verhoogde attentie - mentale en motorische preparatie - gericht op de voorwaarden van de instructie en dit leidt weer tot een snellere en efficiënte reactie als aan de voorwaarden is voldaan. Een aanmerkelijke bekorting van de reactietijd wordt mogelijk geacht.
- Onvoorwaardelijke gedragsinstructies: het voorschrift om het betreffende gedrag uit te voeren onafhankelijk van voorwaarden. Dit leidt tot expliciet gedrag.

Uit de literatuur wordt afgeleid dat advies-snelheidsborden bij een bocht en snelheidslimieten bij nadering van een school niet als een onvoorwaardelijke gedragsinstructie worden opgevat, maar eerder als een waarschuwing voor een potentieel gevaar of als indicatie van de scherpheid van een bocht, waardoor er minder onzekerheid bestaat over de bocht en relatief flauwe bochten sneller genaderd kunnen worden.

Geconcludeerd wordt onder meer: "het effect op het output-gedrag van de verkeerstaak wordt vergroot als ook de overige deelprocessen van de verkeerstaak en niet alleen de beslistaak worden ondersteund met informatie: als ook de geloofwaardigheid van de cues/waarnemingen wordt vergroot (schoolkinderen 'when flashing') en de consequenties van ongewenst gedrag worden voorgehouden ('speed violation when flashing' en aanwezigheid van politie). Effecten van de borden op de waakzaamheid van de bestuurder kunnen echter wel degelijk aanwezig zijn geweest. Zij zijn in de besproken studies echter nergens onderzocht."

Verder wordt geconcludeerd dat activeerbare borden grotere snelheidsreducties opleveren dan statische borden door de grotere geloofwaardigheid en dat activeerbare borden met een variabel snelheidsadvies de grootste snelheidsreducties opleverden.

5.3. Relatie tussen snelheidslimiet, snelheid en ongevallen in de Noordse landen

Zweden

Nilsson (1981) heeft onderzoek verricht naar het effect van snelheidslimieten op verkeersongevallen in Zweden. Sinds 1968 zijn daar snelheids-

limieten van toepassing, gedifferentieerd naar wegtype. Sindsdien zijn wijzigingen hierin aangebracht en werden deze geëvalueerd. Een verhoging van de limiet van 90 naar 110 km/uur op enkelbaans tweestrookswegen van zeer goede kwaliteit bracht een verhoging met zich mee van het ongeval-quotiënt met 40%. Het terugbrengen van de limiet van 90 naar 70 km/uur resulteerde in een daling in het ongeval-quotiënt van 22% en een reductie van de limiet op autosnelwegen van 130 naar 110 km/uur had tot gevolg een daling in het ongeval-quotiënt met 30%. Reductie van de limiet met 20 km/uur leidde tot een daling van de gemiddelde snelheid met 6-8 km/uur. De ernst van de ongevallen vermindert met dalende snelheid. (1) en (2) staan voor limiet (1) en (2).

De verhouding van het dodelijke ongeval-quotiënt bij limieten (1) en (2) is evenredig met de verhouding van de gemiddelde snelheden (1) en (2) tot de vierde macht.

De verhouding van het ernstig letselongeval-quotiënt bij limieten (1) en (2) is evenredig met de verhouding van de gemiddelde snelheden (1) en (2) tot de derde macht.

De verhouding van het geregistreerde ongeval-quotiënt is evenredig met de verhouding van de gemiddelde snelheden (1) en (2) tot de tweede macht. Het artikel vermeldt niet of politietoezicht gewijzigd is gedurende de betreffende wijzigingen en of er een differentiatie hierin naar wegtype heeft plaats gevonden. Verder valt op dat niet over de spreiding gesproken wordt, interessant is of de spreiding gewijzigd is na invoering van de maatregelen en hoe dit te interpreteren is.

Een vergelijking van de resp. empirisch gevonden (Nilsson, 1981) en theoretisch berekende (Oei, 1988) relaties:

(verlaging limiet) ----> snelheidsreductie ----> reductie in ongeval-quotient (Nilsson, 1981) en

(snelheidsbord) ----> snelheidsreductie ----> reductie in aantal/aandeel voertuigen die op tijd kunnen stoppen (Oei, 1988),

levert op dat de laatste grotere reducties te zien geven. Deze dienen als bovengrens te worden beschouwd, daar niet alle voertuigen die gezien hun snelheid in principe op tijd kunnen stoppen ook op tijd zullen stoppen om welke reden dan ook.

De relatie tussen de grootte van de limietverandering en de verhouding in ongeval- en letselquotiënt zal getoetst dienen te worden aan berekeningen over botssnelheid, botsenergie en impuls. De door Nilsson gevonden

verhoudingen duiden op een zekere systematiek en wetmatigheid. Er worden hiervoor echter geen mogelijke verklaringen gegeven.

Verder zijn er in Zweden in de jaren tachtig op ca. 40 locaties snelheidsmetingen verricht waar minimaal in twee verschillende jaren is gemeten (Nilsson, 1987). Ook voertuigtype en volgtijd zijn gemeten. Snelheid kan op de volgende manieren worden bepaald:

- median speed: de helft van het aantal voertuigen rijdt langzamer/harder, daarnaast de 15%- of 85%-snelheid.
- gemiddelde snelheid en standaard afwijking.
- reistijd over een bepaalde afstand; de vereiste metingen zijn omvangrijk, daar ieder voertuig dient te worden bemeten over het traject.

Cumulatieve snelheidsverdelingen voor verschillende wegen met verschillende limieten zijn weergegeven in Afbeelding 26. Opvallend is dat de curven vrijwel parallel lopen: de afstand tussen 15%- en 85%-snelheid is ca. 20 km/uur. Als we aannemen dat er een overeenkomstige ordening van voertuigen is op de verschillende wegen, dan is de verandering in snelheid bij overgang van wegtype voor de voertuigen even groot.

Vaak wordt gesteld dat het niet het snelheidsniveau is dat bepalend is voor de veiligheid, maar de spreiding. We dienen onderscheid te maken naar verkeersintensiteit: op drukke uren is de spreiding gering en het niveau laag, op stille uren is het niveau hoog. Gebleken is dat het verschil in mediaansnelheid op stille en drukke uren ca. 10 km/uur is. Als de spreiding in snelheden kleiner wordt daalt ook de mediaansnelheid en omgekeerd. Veranderingen in onveiligheid kunnen worden toegeschreven aan zowel verandering in snelheidsniveau en verandering in spreiding.

Het aantal letselongevallen neemt de laatste jaren in Zweden toe, meer dan de voertuigprestatie toeneemt. De hypothese wordt geponeerd dat veiligheidsmaatregelen gecompenseerd worden door een gedragsverandering, waaronder een hogere snelheid.

Het aantal dodelijke ongevallen gerelateerd aan de voertuigprestatie op wegen met verschillende limiet wordt weergegeven. De snelweg scoort laag, de andere wegen of limieten scoren ongeveer even hoog.

Wordt het aantal ongevallen met zwaar letsel betrokken op de voertuigprestatie, dan scoren de 50 km/uur-wegen het hoogst en de snelweg het laagst. Hoe lager de kwaliteit van de weg hoe hoger het ongevallenquotient, dit is mede toe te schrijven aan het voorkomen van kwetsbare verkeersdeelnemers.

De kans dat een letselongeval resulteert in een dodelijk ongeval is het grootst voor autowegen en tweestrookswegen buiten de bebouwde kom, dit wordt toegeschreven aan frontale botsingen. Hoe hoger de limiet hoe ernstiger de afloop is de algemene conclusie.

Worden ongevallen onderscheiden naar duisternis en sneeuw, dan geldt ook hier hoe hoger de limiet hoe groter het aandeel duisternis en sneeuw ongevallen. Gesuggereerd wordt een lagere limiet bij duisternis en in wintermaanden in te stellen.

Verder: de letselkans bij enkelvoudige ongevallen is ongeveer even groot voor alle soorten wegen. Ongevallen waarbij meer voertuigen betrokken zijn vertonen een grote letselkans op kruispunten in stedelijke gebieden waarbij de voertuigen uit verschillende richtingen komen. Frontale ongevallen hebben een grote letselkans op tweestrookswegen buiten de bebouwde kom.

Finland

In Finland werden er in de jaren 60 experimenten uitgevoerd gedurende vakantieperiodes met snelheidslimieten onder goede weg- en verkeerscondities (Salusjärvi, 1981, 1987). De snelheden daalden met 2-7 km/uur en de letselongevallen met 8 - 13%.

Afbeelding 27 geeft de relatie weer tussen verandering in gemiddelde snelheid als gevolg van de snelheidslimiet en verandering in het aantal letselongevallen. De auteur plaatst kritische kanttekeningen bij de betrouwbaarheid van deze resultaten.

In de jaren 1970-1973 werden experimenten uitgevoerd op twee groepen wegen: in fase 1 kregen de wegen van groep 1 een advies maximum snelheid en op wegen van groep 2 werd de snelheid vrij gelaten. In fase 2 werd de situatie omgedraaid: snelheid op wegen van groep 1 werd vrij gelaten, terwijl die van groep 2 een advies maximum snelheid kregen. De geselecteerde wegen betroffen wegen met een hoog ongevallenquotiënt. De hoogte van de aangeduide snelheid (tussen 70 en 110 km/uur, in stappen van 10 km/uur) werd afhankelijk gesteld van wegkenmerken zoals boogstraal en zichtafstand en gaf een veilige rijnsnelheid aan onder zomercondities. Als beperking van de generaliseerbaarheid werd gezien: wegen met een laag ongevallenquotiënt zullen anders scoren, geen gedetailleerde kwantitatieve effecten konden worden bepaald. Gemiddeld daalde de gemiddelde snelheid met 2 km/uur en daalde het totale aantal ongevallen met 10%. Het aantal u.m.s.-ongevallen steeg met 25% en de aantallen dodelijke en letselongevallen daalde met 46%.

In de jaren 1973-1976 werden experimenten uitgevoerd met snelheidslimieten:

- Fase 1: 5000 km weg (7%) in Zuid-Finland kregen gedifferentieerde limieten van 60, 80, 100 en 120 km/uur. De rest van de wegen had vrije snelheid.
- Fase 2: In de periode hieraan volgend werd een algemene limiet van 80 km/uur ingesteld (energiecrisis).
- Fase 3: Daarna zijn weer gedifferentieerde limieten ingesteld op 15.000 km weg (20%). De rest bleef een limiet van 80 km/uur houden.
- Fase 4: Deze betrof kleine veranderingen ten opzichte van fase 3 ten behoeve van onderzoek.

Drie soorten effecten op snelheid werden gevonden, afhankelijk van de hoogte van de limiet in relatie tot de 85%-snelheid vóór instelling van de limiet (Afbeelding 28):

1. Limiet > 85-percentiel vrije snelheid. De onervaren bestuurders gingen harder rijden: gemiddelde snelheid nam toe van 67 tot 78 km/uur bij een limiet van 80 km/uur. Toename van de gemiddelde snelheid en afname van de standaard afwijking werd gevonden. Het totale aantal ongevallen nam toe, het aantal ernstige ongevallen bleef gelijk.
2. Limiet = 85-percentiel vrije snelheid. Verwacht werd dat 15% van de bestuurders langzamer zouden rijden. De snelheid van de langzame groep nam toe, de gemiddelde snelheid bleef ongewijzigd, de standaard afwijking werd kleiner. Het totale aantal ongevallen bleef gelijk, het aantal letsel-ongevallen nam af.
3. Limiet < 85-percentiel vrije snelheid: de groep snelle rijders nam af, ook het gemiddelde en de standaard afwijking.

Uit deze figuren blijkt dat de cumulatieve verdelingen niet een parallelle verschuiving te zien geven, zoals bij Nilsson (1987) en bij Papendrecht (1988).

Tabel 11 geeft het effect weer van de snelheidslimieten op snelheden en ongevallen. Hieruit blijkt dat bij een limiet van 120 km/uur een toename van de gemiddelde snelheid en het aantal letsel-ongevallen is te vinden. Afbeelding 29 geeft de relatie weer tussen de verandering in gemiddelde snelheid en de vermindering in de aantallen ongevallen.

De auteur benadrukt dat het van essentieel belang is de doelstellingen van de invoering van limieten specifiek te formuleren.

De doelen die gesteld waren zijn:

- de limieten mogen het aantal ongevallen niet doen toenemen;
- de limieten mogen niet in discrepantie zijn met de maatschappelijke waardering van tijd en ongevallen;
- binnen deze kaders zullen de limieten naar tijd en plaats gedifferentieerd dienen te worden naar veiligheid.

Als het doel van het instellen van een limiet verkleining van de ongevalenkans is, dan zal de hoogte van de limiet dusdanig moeten worden vastgesteld dat deze kleiner is dan de 85%-snelheid (vrije snelheid). Slechts een daling van de gemiddelde snelheid geeft een verkleining van de ongevalenkans.

De consequenties hiervan zouden voor de Finse situatie zijn dat de algemene limiet van 100 km/uur op de helft van de wegen omlaag moet naar 80 of 90 km/uur. De limiet van 80 km/uur moet naar 70. Gedurende de periode oktober-februari zal de limiet van 100 km/uur terug gebracht dienen te worden naar 80 km/uur. De limiet van 120 km/uur op snelwegen dient geheel verlaten te worden. Geen van deze consequenties werd doorgevoerd.

Onderzoek naar lagere limieten in de winter en hogere in de zomer staat op stapel. Tevens wordt een methode uitgewerkt ter vaststelling van de optimale limiet voor wegvakken.

Afbeelding 30 geeft de relatie weer tussen de verandering in standaard afwijking en de verandering in de aantallen ongevallen. Een reductie van de standaard afwijking met 8 km/uur geeft een reductie van het aantal ongevallen met 50%.

Methodologisch gezien kunnen vraagtekens worden gesteld achter het onderzoekdesign, vanwege een te verwachten beïnvloeding bij de omkering van de condities: het weghalen van snelheidsborden en daarmee de snelheid vrij laten is niet dezelfde conditie als het vrij laten van de snelheid gedurende de gehele periode. Voor het bepalen van de hoogte van de snelheidsaanduiding kunnen snelheidstrajectorieën worden gebruikt.

Het is niet bekend in welke mate politietoezicht is uitgeoefend voor de verschillende condities, dit zal naar verwachting een groot effect hebben op de resultaten van de metingen.

Denemarken

Christensen (1981) vermeldt dat in Denemarken de invoering van snelheidslimieten binnen (60 km/uur) en buiten de bebouwde kom (niet-snelweg 90 en

snelweg 110 km/uur) in 1973/74 naar aanleiding van de energiecrisis, voor wegen buiten de bebouwde kom geresulteerd heeft in slechts een matige daling van de gemiddelde snelheid, maar wel in een aanmerkelijke verkleining van de standaard afwijking. De gemiddelde snelheid op snelwegen daalde van 98 naar 89 km/uur, de standaard afwijking van 18 naar 14 km/uur. Op niet-autosnelwegen was de daling resp. 83 naar 79 km/uur en 16 naar 11 km/uur, een aanmerkelijke verkleining van de standaard afwijking op beide typen weg. Deze veranderingen hoeven niet alleen het gevolg te zijn van de invoering van de limieten, ook de verhoogde benzineprijs kan een rol hebben gespeeld. Het aantal letselongevallen buiten de bebouwde kom daalde met 30% voor niet-autosnelwegen en met 40% voor snelwegen. Voor alle wegen (zowel binnen als buiten de bebouwde kom) daalde het aantal ongevallen met 22% en het aantal doden met 34%. De verminderde mobiliteit van het snelverkeer en het langzame verkeer en trendontwikkelingen spelen ook een rol hierbij. Geschat wordt dat het effect van een verlaging van de rijsnelheid op het totale aantal ongevallen ongeveer 11% is en op het aantal doden 20%. Voor wegen buiten de bebouwde kom kan 20% van de daling in het aantal ongevallen worden toegeschreven aan lagere rijsnelheden. Voor binnen de bebouwde kom wordt geschat dat van de 18% daling in het aantal letselongevallen 5% kan worden toegeschreven aan een reductie van de rijsnelheid.

Ten tijde van een verlaging van de limieten op wegen buiten de bebouwde kom met 10 km/uur in 1979 en bij onveranderde limiet van 60 km/uur binnen de bebouwde kom is tevens een daling in het aantal ongevallen binnen de bebouwde kom waargenomen. Als mogelijke verklaring wordt gegeven een daling in de mobiliteit (de benzineprijs steeg met 30%). Uitstralings-effect van de maatregel voor de wegen buiten de kom als verklaring wordt niet genoemd.

Noorwegen

Een recente literatuurstudie over snelheid uit de Scandinavische landen en Finland door deze landen zelf verricht (Nilsson, ed., 1990) verschaftte aanvullende informatie uit Noorwegen (Sakshaug, 1989). Veranderingen in de hoogte van de limiet had als resultaat een verandering in de gemiddelde snelheid. Iedere verhoging, resp. verlaging van de limiet met 10 km/uur gaf een resp. verhoging of verlaging van de gemiddelde snelheid met 3-4 km/uur.

Het percentage overtreders van de limiet nam met 20-30% toe bij iedere 10 km/uur verlaging van de limiet.

Verhoging van de limiet met iedere 10 km/uur leverde een reductie van het percentage overtreders op van 25%.

De grootte van de verandering in de gemiddelde snelheid is afhankelijk van het percentage bestuurders dat de toekomstige limiet overschrijdt voordat deze van kracht wordt. Indien de limiet zal worden veranderd van 80 naar 60 km/uur zal de reductie in de gemiddelde snelheid groter zijn naarmate het percentage bestuurders dat harder rijdt dan 60 km/uur (bij limiet van 80) groter is. Andersom zal bij verhoging van de limiet van 80 naar 90 km/uur de toename van de gemiddelde snelheid minder zijn naarmate het percentage bestuurders dat harder rijdt dan 90 km/uur (bij een limiet van 80) groter is. De gemiddelde snelheid na invoering van de limietverandering zal het hoogste zijn daar waar het hardst werd gereden voor deze verandering.

Het effect op de verkeersveiligheid als gevolg van een verlaging van de limiet (van 60 naar 50, van 70 naar 60 en van 80 naar 60 km/uur) daalde het aantal ernstige ongevallen met 40-50%.

Bij een verhoging van de limiet van 80 naar 90 km/uur nam het aantal ernstige ongevallen toe met 50%.

De limietveranderingen had een gering effect op het totale aantal letsel-ongevallen (bij limietverlaging < 10%).

5.4. Snelheidslimieten en verkeersslachtoffers

Fieldwick & Brown (1987) heeft van 21 geïndustrialiseerde landen in 1984, populatie, aantal motorvoertuigen, aantallen verkeersdoden en -gewonden en de algemene snelheidslimieten binnen en buiten de bebouwde kom (de laatste onderscheiden naar wegtype) op een rij gezet.

Een regressieanalyse werd verricht, waarbij de aantallen slachtoffers afgezet werd tegen bevolkingsaantal, aantal motorvoertuigen en de limiet. De slachtoffers werden genormeerd naar 'binnen 30 dagen na ongeval gestorven'. De geregistreerde en verwachte aantallen slachtoffers werden naast elkaar gezet en het verschil aangegeven. De auteurs concluderen dat de verhouding tussen verwachte en geregistreerde aantal slachtoffers aardig in de buurt van 1 ligt. Dit klopt beter voor de doden (wellicht vanwege de betrouwbaarheid van de registratie) dan voor gewonden.

Enkele verhoudingen zijn: NL: 1,06; B: 0,96; BRD: 0,93; F: 0,80; UK: 1,36; USA: 0,69.

Verder worden in tabellen en figuren het te verwachten aantal slachtoffers

becijferd afhankelijk van populatie en aantal motorvoertuigen bij verschillende limiethoogten en de te verwachten vermindering in het aantal doden per 10^6 inwoners bij een aantal limietveranderingen.

Enkele voorbeelden: Bij verlaging van limiet van 60 naar 50 km/uur binnen de kom (limiet buiten de bebouwde kom: 100 km/uur) wordt 28% minder doden per 10^6 inwoners verwacht. Bij verlaging van limiet van 100 naar 90 km/uur (limiet binnen de bebouwde kom: 50 km/uur) is de verwachte daling in procenten 11.

Er wordt geen causale relatie gelegd tussen hoogte van de limiet en het aantal slachtoffers.

Een gevolg van het instellen of veranderen van een limiet kan zijn een aanpassing van de snelheid. De mate van aanpassing is mede afhankelijk van wijze van en intensiteit van politietoezicht. Verwacht mag worden dat dit voor de verschillende landen zal verschillen. Dit aspect is in het artikel niet beschouwd.

5.5. Adviessnelheden

In Wegman (1982) en Wegman e.a. (1985) wordt op basis van reeds besproken bronnen onder meer gesteld dat theoretisch en empirisch is vastgesteld dat een verlaging van de gemiddelde rijsnelheid en verkleining van de spreiding in de snelheidsverdeling gunstig is voor de verkeersveiligheid, vanwege de verwachte verlaging in de botssnelheden en de meer homogene verkeersstroom. Deze laatste vermindert het aantal gevaarlijke inhaalmanoeuvres en levert een betere voorspelbaarheid van deze manoeuvres. Vele theorieën aangaande de overwegingen die de bestuurder bij zijn snelheidskeuze maakt zijn in ontwikkeling.

Vergelijkbare relaties tussen resp. afwijking van de gemiddelde snelheid en de ongevallenkans en de rijsnelheid en letselkans zoals hierboven gevonden worden in dit rapport weergegeven. Wegman refereert naar de conclusies van een OECD-Symposium (1981), als hij stelt dat er aanleiding is te veronderstellen dat snelheidslimieten die aangepast zijn aan de wegkenmerken effectiever zijn dan algemene snelheidslimieten omdat ze meer geaccepteerd worden. Twee soorten adviessnelheden worden aangegeven:

- Een snelheidsinterval voor een langer traject (onder- en bovengrens).

'Wordt op een weg veel en gevaarlijk ingehaald, dan zou ook een indicatie voor een minimum snelheid gegeven kunnen worden. Het wettelijk vaststellen van een minimum snelheid is niet mogelijk behalve op autosnelwegen.' Hij

refereert naar ervaringen in een provincie met minimum en maximum snelheden, waar deze door bestuurders niet werden begrepen.

- Een plaatselijke adviessnelheid zoals bij bogen. Functionele eisen waaraan plaatselijke adviessnelheden bij bogen dienen te voldoen zijn geformuleerd: niet naleven van snelheidsadvies levert altijd en in gelijke mate discomfort op, een snelheidsadvies wordt gegeven op alle plaatsen die ervoor in aanmerking komt, er nergens ten onrechte snelheidsadvies wordt gegeven.

Minimum en maximum snelheidsaanduidingen dienen gezien bovengenoemde ervaringen vergezeld te gaan van voorlichting over doel en werking van de maatregel.

Rutley (1975) behandelt naast adviesborden head-up display van de rijnsnelheid en dwarsstrepen over de weg (zie par. 5.7).

De auteur verwijst naar Denton (1966) als hij stelt dat bestuurders die van de snelweg afkomen vaak een onaangepaste hoge snelheid hebben zonder dit ook zo te ervaren. Ongevallen tussen twee of meer voertuigen kunnen worden voorkomen door met aangepaste snelheid te rijden is het uitgangspunt.

Een experiment met advieessnelheden bij bogen heeft als resultaat dat de gemiddelde snelheid in de richting van de adviessnelheid op ging, dus in sommige gevallen nam de gemiddelde snelheid toe, in andere gevallen nam deze af (zie ook par. 4.2). Van de drie graafschappen waar het experiment werd uitgevoerd nam het aantal ongevallen in één graafschap significant af, bij de andere twee werd geen verandering geconstateerd. Wordt echter de trend in het aantal andersoortige ongevallen in beschouwing genomen die tijdens het experiment een stijgende lijn vertoonde, dan mag worden geconcludeerd dat de adviesborden in de drie graafschappen een reductie tot gevolg hebben op het aantal ongevallen.

Vele bestuurders maken weinig gebruik van hun snelheidsmeter. Snelheidslimieten of adviezen hebben weinig zin als de bestuurder niet weet met welke snelheid hij rijdt. Verder neemt het kijken naar de snelheidsmeter op zijn minst 1,5 seconde in beslag (verwezen wordt naar niet-gepubliceerd onderzoek van het TRRL).

Een head-up display is ontwikkeld die snelheidsinformatie op de voorruit projecteert, waardoor de bestuurder zijn blik niet van de weg hoeft te

halen om de snelheidsinformatie te krijgen. Vooral bij nadering van gevaarlijke locaties zoals bogen of kruispunten is het ongewenst als de bestuurder naar zijn snelheidsmeter moet kijken. Experimenten werden hiermee uitgevoerd, waarbij twee groepen bestuurders eenzelfde tracé bereden, waar bij bochten een adviessnelheid wordt gegeven. Zij die voertuigen bereden waarin een head-up display was gemonteerd hadden een lagere gemiddelde en 85%-snelheid dan zij die in een auto reden zonder head-up display.

5.6. Inschakelbaar bord, snelheidsgedrag en veiligheid

Daar er naar verwachting overeenkomsten zullen zijn voor wegen met een 80 km/uur of 50 km/uur-limiet ten aanzien van gebruik van dit soort systemen, wordt hier een experiment beschreven dat binnen de bebouwde kom is uitgevoerd.

Oei (1988) en Papendrecht (1988) rapporteren het effect op snelheidsgedrag van een drietal snelheidsborden nabij een scholengemeenschap in Den Haag. Dit is gelegen nabij een kruispunt, waar op de hoofdader door het autoverkeer hard wordt gereden. Er steken daar periodiek veel kinderen over. Achtereenvolgend werden een vast herinneringsbord '50', een matrixbord '50' dat tijdens schoolperioden brandt en hetzelfde matrixbord dat knippert bij overschrijding van 55 km/uur beproefd. De gemiddelde snelheid daalde ongeveer met resp. 2, 4 en 5 km/uur. Opvallend was dat de cumulatieve verdelingen voor een groot deel parallel lopen, kennelijk rijdt de groep langzame rijders na plaatsing van de borden nog langzamer. Er werden geen abrupte vertragingen gevonden als gevolg van het knipperbord. Een berekening is gemaakt van de reductie in het aandeel voertuigen dat als gevolg van de maatregelen resp. niet op tijd kan stoppen voor het kruispunt, een botssnelheid zal hebben dat correspondeert met bepaalde letselernstklassen (Afbeelding 25; Tabellen 12 t/m 14). Deze reductie varieert tussen 24 en 65% met het knipperbord.

5.7. Andere snelheidsbeïnvloedende maatregelen

In Oei (1986) worden richtlijnen voor de uitrusting van bebakeningselementen van krappe bogen behandeld, waarbij uitgegaan wordt van de zgn. K-waarde. Dit is de verhouding tussen snelheid in de boog en de snelheid op het wegvak voor de boog. Voor de snelheid in de boog wordt doorgaans uitgegaan van de ontwerpsnelheid en als waarde van de snelheid voor de boog

wordt van de snelheidslimiet op dat wegvak uitgegaan. In de richtlijnen wordt gesteld dat als het snelheidsgedrag aanzienlijk afwijkt van deze limiet het gewenst is de 85%-waarde aan te houden. Bekend is dat in de praktijk voor de bepaling van de K-waarde nauwelijks gebruik wordt gemaakt van snelheidsmeetgegevens. Uit (niet systematisch gemeten) snelheidsgegevens op 80 km/uur-wegen blijkt dat het snelheidsniveau hoog is, waaruit de indicatie wordt verkregen dat de bebakening en markering van bogen in een aantal gevallen onvoldoende is.

Dwarsmarkeringen over de weg (Rutley, 1975). Op wegvakken waar een overgang van hogere naar lagere limiet is wordt veelal op het tweede stuk te hard gereden. De subjectieve waarneming van de snelheid gebeurt veelal aan de hand van voorbij flitsende objecten. Door de tussenafstand tussen markeringen dwars over de weg exponentieel te laten afnemen wordt de indruk van acceleratie gegeven. Hiermee kan bij nadering van locaties zoals verkeerspleinen, bogen of kruisingen de naderingssnelheid worden beïnvloed. Reductie van gemiddelde en 85%-snelheid werden gevonden, die echter na 1 jaar verminderde. Ook werd een daling van het aantal ongevallen gevonden.

Kleur van het wegdek. Onderzoek (Sakshaug, 1989) naar het effect van de kleur van het wegdek (limiet 80 km/uur) op snelheid en ongevallen heeft als resultaat dat op het lichte wegdek harder wordt gereden dan op het donkere wegdek. Het verschil was het grootst bij dag en nat wegdek (4 km/uur) en het kleinst bij dag en droog wegdek (1 km/uur). Bij duisternis was het verschil 2-3 km/uur ongeacht de toestand van het wegdek. Het aantal letselgevallen verschilde na aanleg van een licht wegdek nauwelijks (vóór- en nastudie van elk 3 jaar). Als mogelijke verklaring wordt gegeven dat de toename van de gemiddelde snelheid gecompenseerd wordt door een grotere zichtafstand (?) en betere geleiding als gevolg van het lichte wegdek.

5.8. Literatuurstudie over politietoezicht

Armour (1984) heeft een literatuurstudie verricht op het gebied van politietoezicht. De studie werd ingedeeld naar: effect van toezicht op ongevallen en gedrag en alternatieve toezichtmethoden. Het effect van toezicht op ongevallen kan verder worden onderscheiden naar: effect van een algemene verhoging van toezicht op het totale aantal ongevallen, toe-

zicht op gevaarlijke verbindingen gedurende perioden met verhoogde risico's en toezicht gericht op specifieke overtredingen.

Aangenomen wordt dat politietoezicht invloed heeft op het verkeersgedrag van weggebruikers door algemene en specifieke preventie. Daar inzet van politie over het algemeen beperkt kan zijn zullen toezichtstrategieën gericht moeten worden op maximale algemene preventie.

Toezicht en ongevallen. Als probleem wordt ervaren dat de meeste literatuur onvoldoende informatie geeft over het experiment en dat de opzet wetenschappelijk gezien twijfelachtig is. Enkele voorbeelden zijn: het ontbreken van een controlegebied, geringe aantallen ongevallen, onbekendheid over de mate van publiciteit, extra inzet met factor x zonder dat de grootte van de oorspronkelijke inzet wordt vermeld, onduidelijkheid over toegepaste toezichtstrategie.

Enkele interessante elementen uit de verschillende studies:

- Extra toezicht gericht op verbindingen met een ongunstig ongevallenbeeld gedurende perioden van de dag met verhoogde risico's.
- Indeling van een stedelijk gebied in wijken waarbij dagelijks de ongevallen in deze wijken worden opgetekend. Een speciaal politieteam oefent dagelijks toezicht uit in de wijken die hoog scoorden.
- Verbindingen en kruisingen in een stad die ongunstig scoren krijgen extra aandacht van de politie.
- Toezicht vooral op andere overtredingen dan snelheid alleen wordt positief beoordeeld voor de veiligheid.
- Toezicht gericht op risicogroepen zoals jonge, ongehuwde bestuurders in de marine van lage rang.
- Heranalyse van uitgevoerd onderzoek resulteerde in andere resultaten.

Politietoezicht en verkeersgedrag. Verschillende vormen van toezicht werden geëvalueerd op snelheidsgedrag en in een enkel geval op volggedrag. Deze vormen varieerden van gewone personenauto, politieauto zonder uiterlijke kenmerken, herkenbare politieauto, rijdende surveillance, vóórwaarschuwing 'radar snelheidscontrole', politieauto met radar, politieauto met radar en zwaailicht die snelle rijders aanhouden. De 'dreigender' uitzien- de toezichtsvormen zoals de laatstgenoemde had een grotere reductie van het aandeel overtreeders tot gevolg en de gemiddelde snelheid daalde eveneens. Rijdende surveillance had een geringer effect dan staande controle.

Het grootste effect bij staande controle was in de nabijheid van het politievoertuig, terwijl bij rijdende surveillance het grootste effect op enige afstand vóór de politieauto plaats had. Geen effect op volggedrag werd gevonden. Het effect op snelheidsgedrag was groter op de dezelfde rijbaan dan op de tegenover liggende rijbaan (gerefereerd wordt naar Joscelyn e.a., 1971). Andere onderzoeken gaven soortgelijke resultaten te zien. Verder werd gevonden dat bestuurders die reeds onder de limiet reden nog langzamer gingen rijden (zie ook Papendrecht, 1988).

Halo-effect. Hieronder wordt verstaan een uitstralingseffect in de ruimte, d.w.z. hoever gezien vanaf de locatie van controle strekt een effect op het snelheidsgedrag zich uit? Deze variëren tussen 60 m en 6,5 km bij staande controle. Geen verbetering van dit effect werd gevonden door de plaatsing van een bord 'speed check zone'.

Geheugeneffect. Hieronder wordt verstaan een uitstralingseffect in tijd, d.w.z. hoeveel tijd na plaatsgevonden staande controle of nadat voorlichting is gegeven dat er controles plaats zullen vinden in een bepaald gebied, is een effect op snelheidsgedrag te bespeuren? Dit is afhankelijk van de grootte van de inzet: een enkele sporadische controle op een locatie zal een geringer geheugeneffect hebben als een intensief regelmatig terugkerende controle. In Zweden (zie ook par. 5.3.1) is op een verbinding van 20 km lengte met een limiet van 90 km/uur, waar de limiet massaal wordt overtreden en het ongevallenbeeld ongunstig is, een experiment gedurende 6 weken uitgevoerd met politiecontrole: radar op statief, politiehelikopter gecombineerd met patrouilleauto's aan begin en eind van de verbinding, staande en rijdende (50/50) patrouilles, ongemerkte politieauto met radar en camera. Snelheidsmetingen werden verricht in de eerste en zesde week en daartussen werden metingen afgewisseld met toezicht op snelheid. De passerende voertuigen in de periode van het experiment werden onderscheiden naar 'eenmalig' en 'meermalig'. Het geheugeneffect bij de groep 'meermalig' passerende voertuigen werd onderzocht, de groep 'eenmalig' passerende voertuigen werd als controle groep gebruikt. Behalve bij het ongemerkte voertuig hadden al de andere vormen van toezicht een geheugeneffect hadden. Het sterkst werd dit gevonden bij de radar: 13 dagen. Niet bekend is of en in welke vorm voorlichting is gegeven over het experiment en of 'mond tot mond' waarschuwingen voor de controles effect hebben gehad op het gedrag ook bij de groep 'eenmalige' passanten.

Een staking bij de Finse politie gedurende twee weken had tot gevolg dat de gemiddelde snelheid een weinig toenam, maar dat het aantal overtreeders (> 10 km/uur) sterk steeg. Niet bekend is op welke wijze de verdeling verder is gewijzigd.

Intensiteit politietoezicht. Teneinde een waarneembare daling van de snelheid te verkrijgen zal tenminste 1 op de 5 km toezicht moeten worden uitgeoefend (gerefereerd wordt naar Fennessey & Joksch, 1968) op basis van een studie van een aantal onderzoeken.

Het gedrag op een kruispunt wordt onderscheiden naar soorten 'kwetsbaar gedrag' (gerefereerd wordt naar Hashimoto, 1979). Deze worden gerelateerd aan ongevallentypen op kruispunten. Uitgeoefende toezicht op deze kruispunten heeft verschillendsoortige effecten op verschillendsoortig gedrag. Dit zal met zich mee brengen dat alleen bepaalde soorten ongevallen voorkomen kunnen worden met toezicht.

Alternatieve toezichtsmethoden. 'Visual speed indicator' dat oplicht bij overschrijding van de limiet: in het literatuuroverzicht van Armstrong wordt literatuur aangehaald waarbij geen significant effect werd geconstateerd. Andere bronnen constateren een positief effect (Oei, 1988).

Er is geëxperimenteerd met namaak politieauto's al dan niet met een agent ernaast afgewisseld met echte politiecontroles. Dit had effect op de snelheid.

Verskillende vormen van toezicht zoals bekeuren, waarschuwen en voorlichting geven aan overtreeders werden beproefd in de VS (gerefereerd wordt naar Ennis, 1967). Overtreeders werden nadat ze aangehouden waren gevolgd en de snelheid gemeten. Gebleken is dat van de bekeurde bestuurders een derde binnen 8 km weer de limiet overschreden. Van de bestuurders die slechts een waarschuwing kregen was dit aandeel 65%. Aan de andere kant kan door alleen te waarschuwen meer bestuurders bereikt worden dan indien bekeuringen uitgeschreven worden.

Waarschuwingsbrieven (geen dreigend karakter, niet persoonlijk, formeel gesteld) gericht aan overtreeders lijken effect te hebben op het rijgedrag van bestuurders. Er zal niet voldoende bestuurders met deze methode bereikt kunnen worden om gedragsverandering van grote groepen te verkrijgen.

Experimenten met informatie langs de weg over het aantal (aandeel?) gehoorzame rijders de voorgaande dag en het hoogste aantal ooit geregis-

treerd vertoonden een positief effect gedurende 6 maanden. Of dit ook op lange termijn en bij toepassing op meerder plaatsen het geval zal zijn is niet bekend.

Experimenten in Londen met grote borden langs de weg waarop 'Watch your speed' bleken slechts in een kwart van de wijken een positief effect te vertonen. Geen informatie over het effect op de lange termijn was beschikbaar.

Het gebruik van video-apparatuur in het politievoertuig voor opsporingsdoeleinden zoals in de Bondsrepubliek Duitsland gebruikt is door Armstrong niet genoemd.

Conclusie. De auteur concludeert dat ondanks de grote hoeveelheid materiaal er geen hard bewijs is dat politietoezicht de veiligheid zal verbeteren. Het wordt waarschijnlijk geacht dat gericht toezicht op specifiek gevaarlijke plaatsen gedurende perioden met verhoogde risico's een verbetering zal geven van de veiligheid en dat zo'n aanpak beter is dan een algemene toezichtsverhoging. Hoe een optimaal toezichtplan eruit moet gaan zien is niet bekend. Een controlepost op iedere 5,3 km of 146,0 (?) uren controle per locatie per maand zal naar het schijnt in ieder geval een duidelijk effect op het gedrag hebben op grote schaal.

Het vergezeld doen gaan met een voorlichtingscampagne verhoogt het effect. Geconstateerd wordt dat de meeste onderzoeken op wegen buiten de bebouwde kom hebben plaats gevonden en dat er weinig informatie voorhanden is over stedelijke wegen.

Daar bemand toezicht veel inzet aan schaarse mankracht vergt is het alleszins de moeite waard om automatisch toezicht te overwegen. Op basis van de verzamelde kennis zal een toezichtsstrategie ontwikkeld dienen te worden en vervolgens in de praktijk beproefd.

5.9. Literatuurstudie over toezicht en gedrag

Gundy (1983) heeft een literatuurstudie verricht naar mogelijkheden om ten behoeve van de verkeersveiligheid de naleving van verkeerswetten door middel van politietoezicht te bevorderen.

Gundy stelt dat studies naar de effecten van toezicht op de naleving van snelheidslimieten op de verkeersveiligheid geen overtuigende resultaten hebben opgeleverd. Wel is een gunstig effect op de snelheidsverdeling van toezicht duidelijk te vinden. De effecten in tijd en ruimte blijken echter

beperkt te zijn. Gesuggereerd wordt dat een combinatie van technieken een positief effect op de verkeersveiligheid kan hebben: waarschuwborden, publiciteit, openlijke en heimelijke methoden, doeltreffende schema's voor de presentatie van toezichtssymbolen, statistische methoden voor de selectie van locaties waar doeltreffend toezicht kan worden gehouden, enz.

'Zo'n positief effect kan tot stand worden gebracht via een vergroting van de door het publiek waargenomen dreiging van handhaving en van de onzekerheid over wanneer en waar toezicht wordt gehouden. De bedoeling is de omvang van de verschillende effecten op afstand en termijn zoveel mogelijk te vergroten in gebieden waar deze relevant zijn, met een zo klein mogelijke investering.'

Door het ontbreken van tabellen en afbeeldingen in de literatuurstudie wordt geen inzicht/overzicht verkregen over kwantitatieve samenhangen tussen verschillende behandelde kenmerken.

5.10. Toezicht, rijsnelheid en ongevallen

Nilsson & Sjögren (1981) rapporteren een onderzoek naar:

- korte-termijneffecten van vier surveillancevormen op snelheid;
- lange-termijneffecten van surveillance op snelheid;
- effect van surveillance op gerapporteerde ongevallen.

Er worden drie soorten effecten onderscheiden:

- On-view effect: de invloed van politieursurveillance in de nabije omgeving. Een eenvoudige berekening geeft aan dat 1% van de auto's op doorgaande verbindingen binnen de invloedzone bevindt van een patrouilleauto.
- Memory effect: de invloed op bestuurders op een ander moment op dezelfde plaats waar gecontroleerd is geweest in het verleden. Er is op 90 km/uurwegen een memory effect gevonden van 10 dagen tot 2 weken voor verschillende vormen van toezicht, behoudens toezicht met onopvallende surveillance. Uitgaande van een aantal assumpties, wordt een vergelijking van on-view en memory effecten gemaakt.
- Generaal effect: dit is afhankelijk van de ingeschatte pakkans.

Experimenten met verschillende niveaus van toezicht gaven nauwelijks verschil te zien in generaal effect op snelheidsgedrag. De geschatte kans op betrapping als gevolg van een snelheidsovertreding is 1 in de 12 jaar voor de gemiddelde bestuurder in Zweden. Dat wil zeggen dat van conventioneel toezicht in het algemeen weinig effect te verwachten is.

- Effect van surveillance op het geregistreerde aantal ongevallen: onderzoek naar het effect op ongevallen van toezicht op drie niveaus, resp. 3, 2 - 2,9 en 0,5 - 1,5 maal het gemiddelde toezicht op daarvoor geselecteerde verbindingen gaf te zien dat het hoogste niveau van toezicht een meetbaar statistisch significant effect op letselongevallen vertoonde.

Aanbevolen wordt om naast toezicht andere methoden te volgen om de verkeersveiligheid te verhogen, zoals verhogen van boete, aanpak van gevaarlijke locaties, gebruik van borden om wegen aan te duiden waar gecontroleerd wordt en het gebruik van herkenbare politieauto's.

Uit het artikel is af te leiden dat grote zorg is besteed aan design en methode van het onderzoek. Bij het opzetten van eigen onderzoek zal hier goed gebruik van kunnen worden gemaakt.

5.11. Gericht verkeerstoezicht

Riedel e.a. (1986) en Klok & Heijs (1988) geven verslag van het project gericht verkeerstoezicht op snelheidsgedrag op 80 km/uur-wegen in Nederland. Doel was na te gaan welke surveillancevormen invloed hebben op het snelheidsgedrag, wat de relatie is tussen intensiteit van surveillance en beïnvloeding van snelheidsgedrag en de invloed van voorlichting als ondersteuning van surveillance op het snelheidsgedrag en de motieven voor dit gedrag.

Opvallende rijdende surveillance (van 3 naar bijna 12 voertuiguur per dag) heeft weinig effect op het snelheidsgedrag: ca. 1 km/uur daling in gemiddelde snelheid.

Opvallende radarcontrole met staandehouding had een verlaging tot gevolg van het percentage voertuigen dat harder dan 90 km/uur reed: van 45% in de vóórperiode naar resp. 34 en 38% op twee locaties. Ter plaatse van de controleactiviteit daalde de gemiddelde snelheid met 12 km/uur. De standaard afwijking daalde ter plaatse met 3,5 km/u. Een verdubbeling van deze controle, met een tussenafstand van 4 km, waarbij de radar afgewisseld werd met een onbemande surveillanceauto, leidde tot extra verlaging van de gemiddelde snelheid. Tabel 15 geeft de gemiddelde snelheidsdaling weer op diverse afstanden van de controleplaats bij enkele en dubbele controle. Een geheugeneffect werd alleen tijdens de ochtendspits gevonden: - 3,3 km/uur. Deze methode van controle gecombineerd met rijdende motoren heeft tot gevolg dat de snelheidsdaling zich over een groter gebied uitstrekt.

Vervolgens werd in een ander experiment nagegaan in welke mate de inzet van een combinatie van stilstaande en rijdende surveillance zoals boven beschreven kon worden verminderd zonder dat het effect op het snelheidsgedrag werd verkleind. Gedurende twee weken werd intensief gesurveilleerd (10,4 voertuiguren/dag) om vervolgens gedurende drie weken de surveillance nagenoeg te halveren (6,2 voertuiguren/dag). Het resultaat hiervan was dat de snelheidsreductie in deze twee perioden vergeleken met de vóórperiode nagenoeg gelijk was gebleven wat locatie 1 betreft. Voor locatie 2 werd door omstandigheden deze halvering niet gehaald en was de snelheidsreductie verdwenen.

Voorlichting. Uit een enquête bleek dat één van de belangrijkste motieven voor de snelheidskeuze voor automobilisten op 80 km/uur-wegen was de 'aanpassing van de eigen snelheid aan die van de overige automobilisten'. Dit motief werd zowel door hen die zich aan de limiet hielden als door de overschrijders gegeven. Dit was aanleiding om dagelijks informatie te geven over het snelheidsgedrag van het verkeer van de dag daarvoor te geven in de vorm van het percentage niet-overtreders. Hierbij wordt een percentage 'niet te hard'-rijders in relatie tot de maximum snelheid gegeven die niet overeenkomt met de werkelijkheid (!): niet 80 km/uur maar 95 km/uur wordt als grens gehanteerd, de verbaliseringsgrens. Verwacht wordt dat hiermee meer effect uitgaat als gevolg van de voorbeeldwerking. Dit bord heeft groot effect gehad: in vóórmeting overschreed ruim 45% de 90 km-grens, intensieve surveillance deed dit percentage dalen naar 38% en het bord naar 32%. Hiermee werd de pakkans ook hoger ingeschat. Er bleek ook een geheugeneffect te zijn, echter niet bekend is hoe lang dit effect heeft geduurd.

Een regionale voorlichtingscampagne over snelheidsgedrag op 80 km/uur-wegen van een multimediale opzet resulteerde in een daling van het percentage harder dan 90 km/uur-rijders van 48% naar 34%. Dit duurde slechts gedurende de periode van de campagne, daarna was geen snelheidsvermindering meer meetbaar. Voorlichting in combinatie met toezicht leidde tot langduriger snelheidsreductie: van 48% naar 31% en tot 5 weken na afloop van de campagne en het toezicht bleef een reductie waarneembaar tot onder 38%.

Afgevraagd kan worden of het geven van een onjuist 'Percentage niet te hard rijders' op een bord langs de weg juist is.

De literatuur behandelt nagenoeg alleen toezicht op naleving van de algemene limiet die van toepassing is op verbindingen van een bepaald wegtype en niet van specifieke limieten op bepaalde locaties resp. gedurende bepaalde perioden of betrekking hebbende op bepaalde manoeuvres.

5.12. Politietoezicht en surveillancetechnieken

Ostvik & Vaa (1989) hebben de surveillance technieken in vier landen waaronder Nederland met elkaar vergeleken. De gegevens werden verzameld middels vragenlijsten verspreid die onder politiefunctionarissen van verschillend niveau (Tabel 16). Hieruit blijkt dat in Nederland ten aanzien van snelheidscontroles het gebruik van radar door nagenoeg iedereen wordt toegepast. Het automatisch controleren van snelheid met behulp van radar en camera wordt door circa 30% van de ondervraagden toegepast. Ruim een derde heeft ervaring met automatische controle vanuit vaste radarposten. De score van de mening van politiefunctionarissen ten aanzien van de efficiency van de verschillende technieken is in Tabel 17 weergegeven. Hieruit blijkt dat radarcontroles vrij goed scoren. Automatisch toezicht van de snelheid naar plaats te variëren scoort hoger dan zo'n controle op vaste locaties.

In Tabel 18 zijn problemen bij het houden van toezicht geordend naar belangrijkheid van het probleem. Voor Nederland scoren het hoogst gebrek aan mankracht gevolgd door gebrek aan financiële middelen.

5.13. Automatisch toezicht op rijsnelheid

Portans (1988) heeft onderzoek gedaan naar de potentiële waarde van automatisch toezicht op rijsnelheid met behulp van camera's. Bekend is dat politietoezicht een beperkt effect in tijd en ruimte heeft, ca. 2 km stroomafwaarts van de controleplaats en enkele dagen nadat controle is geweest. Ten aanzien van het effect van toezicht dat zich uitstrekt over andere dan de controleplaatsen is weinig bekend. Ook is niets bekend over het vereiste niveau van toezicht om een algemeen preventief effect te krijgen. Verwacht wordt dat dit niveau dusdanig hoog ligt dat dit in de praktijk niet gehaald kan worden.

Uit experimenten op relatief onveilige locaties met bemand toezicht op snelheid met behulp van camera's in combinatie met borden langs de weg die aangeven dat snelheidscontrole plaatsvindt en voorlichting via de media

geven een reductie te zien van het aandeel voertuigen dat boven een ingestelde drempel (15 km boven de limiet) rijdt. Waar zo'n controle niet wordt vergezeld van borden of voorlichting is het effect geringer. Een gering 'halo' effect werd gevonden. De snelheidsreductie was op korte en langere termijn gemeten. Niet geheel duidelijk is hoe intensief toezicht werd uitgeoefend in de loop van de periode, echter uit een van de hoofdstukken kan worden afgeleid dat op een lokatie per maand twee keer gedurende 6 uur wordt gecontroleerd.

Papendrecht & De Vries (1989) geven verslag van het resultaat van een experiment met een matrixbord en automatisch toezicht op de rijsnelheid op een doorgaande route door een kleine kern. In het relevante gebied werd een sterke reductie van de rijsnelheid gevonden, ca. 20%. Het percentage overtreders daalde van ca. 80% naar 15% en de 85%-snelheid daalde van circa 60 naar 51 km/uur. De trajectsnelheid door de gehele bebouwde kom is aanzienlijk gedaald. Gebleken is echter dat voorbij het gebied waarbij het systeem in werking was, de voertuigen harder reden dan voorheen.

Uitgaande van de hypothese dat een bestuurder zich aan de limiet zal houden als de kans op betrapping zeer groot is, zal naast het knipperend '50'-signaal tevens informatie gegeven kunnen worden dat er streng automatisch gecontroleerd wordt. De kasten waarin de apparatuur opgeborgen zitten dienen zo weinig mogelijk zichtbaar te zijn voor de bestuurder ter voorkoming van een lokaal effect.

5.14. Toezichtstudies uit Noordse landen

Noorwegen

Automatisch toezicht op rijsnelheid werd geëvalueerd op een tracé van 30 km lengte met 80 km/uur limiet, resp. 3 en 2 kasten voor de twee rijrichtingen waarin het systeem geplaatst kan worden (Sakshaug, 1989). Het systeem is gedurende 12 uur per week (7% van de tijd) in werking. Borden langs de weg geven aan dat er automatische controle van de rijsnelheid plaats vindt. De gemiddelde snelheid daalde van 100 naar 75 km/uur, het percentage overtreders daalde van 80-90% naar 15-25%. Er was geen significante verandering in gemiddelde snelheid bij al of niet operationeel zijn van het systeem. Tijdens het experiment steeg de gemiddelde snelheid enigszins. Niet bekend is hoe lang het experiment heeft geduurd. Er is geen melding gemaakt over vandalisme.

Zweden

Op basis van verschillende experimenten waarbij een aantal toezichtsstrategieën werd beproefd is de conclusie getrokken dat ook voor toezicht op snelheid;

- bestuurders snel op de hoogte raken over toezichtsactiviteiten: waar, wanneer, soort gedrag, tolerantieniveau;
- persoonlijke ervaring van groter invloed is dan via-via of middels massamedia verkregen informatie;
- toezicht het meest effectief is wanneer: visueel waarneembaar, veel forenzenverkeer, massaal aanwezig;
- grote pakkans belangrijker is dan strenge straffen.

Op basis van deze experimenten werd beoogd te komen tot een optimaal toezichtssysteem. Voorlichting in lokale kranten en middels borden langs de weg vormde onderdeel van de experimenten. De duur van het snelheids-effect van toezicht in combinatie met kranteartikelen was enkele weken. Borden langs de weg had geen additioneel effect op de snelheidsvermindering. Niet is vermeld of de duur van dit effect door de borden langs de weg werd verlengd.

De grootte van de drempelwaarde waarboven bestuurders verbaliseerd worden bepaalt de omvang van het aantal verbaliseringen. Een interpretatie hiervan wordt gegeven dat een verlaging van de drempel een verhoging van de pakkans tot gevolg heeft overeenkomend met een intensivering van het toezicht bij de hogere drempel.

Berekend wordt dat van 1 op de 40 bestuurders jaarlijks de rijsnelheid wordt gemeten. Gesteld wordt dat wil toezicht effect hebben op het snelheidsgedrag buiten de bebouwde kom de intensiteit van toezicht drie tot vijf maal dient te worden vergroot in vergelijking met het bestaande niveau van toezicht. Deze bewering werd niet onderbouwd.

Nilsson e.a. (1990) stellen dat een vergelijking tussen de vier landen problematisch is vanwege verschillen in strafmaat, pakkans, snelheids-gedrag, etc.

Er zijn geen gegevens bekend over pakkansen op de verschillende soorten wegen voor de Nederlandse situatie. Een verhoging van de inzet heeft weinig zin als deze nauwelijks effect op de naleving zal hebben. Derhalve is het gewenst eerst op basis van theoretische gronden relaties tussen mate van toezicht en mate van naleving nader te bepalen en vervolgens deze te toetsen in de praktijk.

Finland

Mäkinen & Salusjärvi (1989) vonden dat 75% van de bestuurders die de snelheidslimiet overtraden zich ook schuldig maakten aan minimaal één andere overtreding op een tracé van een bepaalde lengte. Voor hen die zich wel aan de limiet hielden was dit percentage 19%.

Overschrijding van de limiet werd in verband gebracht met het aantal inhaalmanoeuvres, niet vermeld wordt of deze passieve en/of actieve inhaalmanoeuvres betroffen.

Snelheidsovertreders worden gemiddeld eens in de tien jaar beboet. De helft van het aantal bestuurders is nimmer beboet vanwege een verkeers-overtreding.

Geconcludeerd werd dat door middel van conventionele middelen en tactieken de subjectieve pakkans niet kon worden vergroot teneinde naleving van snelheidslimieten te verhogen.

Een experiment met drie maal intensiever toezicht (totaal 1000 radaruren per jaar) gecombineerd met voorlichting via de media resulteerde in een matige daling van de gemiddelde snelheid en 20-50% reductie in het aandeel voertuigen die de limiet met meer dan 10 km/uur overschreden.

Een ander experiment waarbij integraal toezicht werd uitgeoefend op alcoholgebruik, dragen van veiligheidsgordels en snelheid resulteerde niet in een afname van dronken bestuurders (was reeds gering in de vóórperiode), een aanmerkelijk stijging van gordel dragers op de achterbank (in die periode nog geen draagplicht) en de groep hardrijders werd verkleind. De spreiding in de snelheden veranderde nauwelijks. Het effect van lagere rijsnelheden duurde slechts gedurende het experiment.

Toevoeging van het bord 'Snelheidscontrole' aan een bord 'Gevaar' resulteerde in reductie van de snelheid op 80 km/uur-wegen tot 10 km stroomafwaarts van het bord. Bij verwijdering hiervan was het snelheidsbeeld binnen twee dagen op het oude niveau.

Een experiment met respectievelijk waarschuwingbrieven en boetes gericht aan die bestuurders die de limiet met meer dan 10 km overtraden op 50 en 60 km wegen resulteerde in een direct effect op de rijsnelheid (8-11 km/uur reductie) voor de twee groepen bestuurders die respectievelijk een waarschuwingbrief of een boete hadden gekregen. Zij die de snelheid met minder dan 10 km/uur overtraden reden gemiddeld 3 km/uur langzamer, hoogst waarschijnlijk doordat zij de controle-actie en staandhoudingen (drie-kwart van de boetes werden ter plaatse gegeven) hebben gezien. Na 3 maanden was de gemiddelde snelheid nog 7 km/uur lager dan in de vóórperiode.

Na één jaar was het effect verdwenen. De grootte van het effect van waarschuwingsbrieven en boetes waren even groot.

Geconcludeerd werd dat gedragsverandering op verandering in intensiteit van toezicht niet snel gebeurt zolang geen direct contact in de vorm van waarschuwing en boete wordt ervaren.

Staking van de politie resulteerde in nagenoeg geen verandering in gemiddelde snelheid, wel nam de groep hardrijders aanzienlijk toe. Er wordt niet vermeld op welke wijze compensatie plaats vindt.

Algemene conclusie was dat 50% van de voor toezicht ingezette manuren gericht moest worden op snelheidscontrole waarbij verwacht werd dat dit ook effect zal hebben op andere overtredingen. Gesuggereerd wordt nader te onderzoeken welke combinatie van objectieve pakkans en hoogte van de boete het meest effectief zal zijn. Toepassing van automatische toezichtssystemen gecombineerd met waarschuwingsbrieven wordt aangegeven als een mogelijk nieuwe aanpak om de snelheid te beheersen. Tot slot wordt het verlagen van de snelheidsdrempel bij het bekeuren zoals in Zweden toegepast, aanbevolen.

5.15. Controle maximum snelheid

De artikelen van Hoeveman & Lenting (1988, 1989) worden hier behandeld vanwege de gehanteerde methodiek van controle die ook voor de 80 km/uur-weg. Zij beschrijven in het eerste artikel een projectmatige aanpak van snelheidscontroles op autosnelwegen naar aanleiding van de invoering van gedifferentieerde limieten, met als doel een (geleidelijke) gedragsverandering van de automobilist te verkrijgen. Controles dienen opvallend, onvoorspelbaar en sterk te wisselen qua plaats en tijdstip. Aangegeven wordt op welke wijzen controle wordt uitgeoefend, gebruik makende van de bestaande controlemiddelen: stilstaande, rijdende met/zonder staande houding via motoragenten, vanuit de lucht met 'klokmethode', radar+camera kasten langs de weg. Er wordt geen gebruik gemaakt van videoapparatuur in patrouilleauto's zoals door de politie in de Bondsrepubliek. Met Justitie is afgesproken dat per jaar tenminste 130.000 processen-verbaal verwerkt moeten kunnen worden. In een vervolgartikel wordt een evaluatie gegeven. Ervaringen gedurende een klein jaar en nieuwe ontwikkelingen worden nader uiteengezet. In Afbeelding 31 wordt de 85%-snelheid op 100 en 120 km/uur-wegvakken van autosnelwegen in de periode 4/1988 t/m 2/1989 weergegeven. Het schrik-effect heeft ongeveer een maand geduurd. De stijging van de rijsnelheid is het sterkst geweest op de 100 km/uur-wegvakken.

Gesuggereerd wordt om het aantal van deze wegvakken te verminderen uit oogpunt van geloofwaardigheid en om meer variatie naar tijdstip waarop de snelheidsbeperking geldt in te voeren. De maximale verwerkingscapaciteit is ca. 200.000 processen-verbaal per jaar. Nieuwe methoden werden beproefd een aantal waarvan met positief resultaat: snelheidsmeting middels detectielussen (volgtijd ook te meten hiermee), camera boven rijstrook geïnstalleerd, camera + radar op verplaatsbare actiewagens gemonteerd en videoregistratie snelheid en kenteken. Dit laatste systeem bevindt zich nog in een ontwikkelingsstadium.

5.16. Nieuwe ontwikkelingen

De ontwikkeling van elektronische systemen ten behoeve van het wegverkeer geraakt in een stroomversnelling. In Europa worden de krachten gebundeld, industrie, onderzoekinstellingen en overheden zijn een omvattend onderzoekprogramma aan het uitvoeren (Prometheus, DRIVE). Er wordt in de komende jaren derhalve veel nieuwe ontwikkelingen verwacht aangaande de toepassing van technieken en systemen die de rijtaak waaronder snelheidskeus op alle niveaus aanmerkelijk zullen beïnvloeden.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990) heeft een nota Telematica uitgebracht, waarin knelpunten, perspectieven en toepassingen van telematica in verkeer en vervoer zijn aangegeven. De invloed van telematica op rijnsnelheid zal in een aantal gevallen direct, in andere gevallen indirect zijn. De belangrijkste ontwikkelingen worden hieronder genoemd.

Ritgeneratie. Ontwikkelingen zoals telewerken, teleleren en telewinkelen zullen invloed hebben op de verplaatsingsbehoefte en daarmee op de hoeveelheid verkeer op de weg. Road-pricing systemen zullen het verkeersaanbod, de verkeerscirculatie en mobiliteit op de verschillende routes en gebieden gedurende de van toepassing zijnde perioden beïnvloeden. Deze systemen zullen indirect invloed hebben op de rijnsnelheid.

Ritplanning. Op dit niveau zal thuis de relevante informatie over mogelijke routes, condities hierop, reistijden, gemiddelde snelheid, e.d. via Viditel, Videotex of soortgelijke systemen eenvoudig verkregen kunnen worden. Informatie over plaatselijke omstandigheden vereist een landelijk detectiesysteem van verkeers- en weerscondities. Zo'n informatiesysteem zal de ritplanning en routekeuze vereenvoudigen en daarmee kan worden voorkomen dat onderweg de bestuurder in tijdsdruk komt te verkeren met als gevolg hard rijden om op tijd te komen.

Elektronische identificatie en plaatsbepaling van voertuigen zoals ambulances, politieauto's en vrachtwagens stellen in staat om toewijzing van voertuigen optimaal te verrichten. Ook hier zal invloed op de rijsnelheid indirect zijn.

Routekeuze. Onderweg zal informatie over plaats en te kiezen route middels navigatie-systemen automatisch worden gegeven, in een geavanceerde versie zal rekening worden gehouden met de conditie op de weg. De eerste voertuig-autonome navigatiesystemen zijn reeds verkrijgbaar. Problemen zoals gevaarlijk langzaam rijden om de juiste straat in een vreemde stad en de juiste (snel)weg op doorgaande routes te kunnen vinden en ook hard rijden om verloren tijd als gevolg van verdwalen in te halen behoren tot het verleden.

Manoeuvre-uitvoering. Door verkorting van de reactietijd met 0,5 s kan een reductie van kop-staartaanrijdingen tot 60%, van kruispuntongevallen tot 50%, van botsingen met tegenliggend verkeer tot 30% worden verwacht (Prometheus, 1987). Ongeveer 84% van de letselongevallen kan worden toegewezen aan fouten die door de bestuurder worden gemaakt.

Bij de uitvoering van verschillende manoeuvres zal door middel van communicatie tussen voertuig en weg of voertuig en voertuig de bestuurders informatie krijgen over riskante situaties en tevens aanwijzingen krijgen hoe deze te voorkomen. Bij nadering van kruispunten krijgen voertuigen die op 'collision-course' liggen een waarschuwing, bij kop-staartbotsingen (ook bij mist) wordt automatisch radiografisch een waarschuwing uitgezonden aan naderende voertuigen, bij inhalen wordt door directe automatische communicatie tussen de betrokken voertuigen berekend of veilig kan worden ingehaald en dreigt een voertuig van de weg te raken krijgt de bestuurder een signaal. In een later stadium wordt door het systeem automatisch ingegrepen als de bestuurder dit zelf niet doet, is de snelheid gegeven de condities te hoog dan wordt dit door het systeem teruggebracht.

Experimenten met zo'n snelheidsbegrenzer op vrachtwagens zijn gaande in Frankrijk. Anti-botsingssystemen voorkomen een botsing en mocht dit toch gebeuren dan worden letselpreventieve systemen (airbag en gordelspanners zijn reeds verkrijgbaar) in werking gesteld en wordt tevens een alarm-signaal uitgezonden. Hulpverleningsdiensten bepalen automatisch de locatie van het gebeuren en kunnen voor zover mogelijk via spraak-communicatie de ernst van het ongeval bepalen en de juiste hulpverlening uitsturen.

Het probleem is dat de periode dient te worden overbrugd waarin niet alle voertuigen zijn uitgerust met de moderne communicatiemiddelen. Ter bein-

vloeding van de rijsnelheid dient gebruik te worden gemaakt van middelen die verkrijgbaar zijn, nl. communicatie tussen weg en voertuig middels detectoren en matrixborden.

Controle en handhaving. Een elektronisch nummerbord op voertuigen maakt het mogelijk om overtredingen zoals limietoverschrijding, rijden door rood licht en berijden van verboden routes door transportwagens met gevaarlijke stoffen automatisch te detecteren. Middels EDI Electronic Data Interchange kan financiële verrekening van boetes automatisch plaatsvinden. Ook boordcomputers kunnen overtredingen van snelheidslimiet, rijtijdenbesluit e.d. detecteren.

6. DISCUSSIE

6.1. Aard en omvang van het probleem in Nederland

Uit pilotmetingen en regelmatige publikaties in de media blijkt dat op 80 km/uur-wegen de limiet vrij massaal en schromelijk wordt overtreden. Ook de spreiding in de snelheden is groot. De 80 km/uur-wegen scoren hoog ten aanzien van de verkeersonveiligheid vergeleken met de andere wegen. De 80 km/uur-wegen vormen een heterogene groep, bestaande uit wegen met een gesloten verklaring voor landbouwvoertuigen en/of (brom-)fietsen en wegen voor alle verkeer. Bijna alle wegen buiten de bebouwde kom hebben een 80 km/uur-limiet.

De onveiligheid in relatie tot snelheid kan op verschillende rijtaak-niveaus worden beschreven: ritplanning, routekeuze en de manoeuvres: inhalen, volgen, kruisen en koershouden. Een aanpak van de onveiligheid door beheersing van de snelheid kan op elk van deze niveaus geschieden.

Als probleemsituatie op 80 km/uur-wegen zijn aan te merken: wegen breder dan 5 m en kruispunten.

Snelheid vormt een speerpunt in het Meerjarenplan Verkeersveiligheid en de specifieke doelstelling luidt de gemiddelde snelheid terug te brengen met 5 tot 10% en daarmee minimaal 150 doden en 2000 gewonden te besparen.

We kunnen concluderen dat er op 80 km/uur-wegen in Nederland een onveiligheidsprobleem is en dat dit mede kan worden toegeschreven aan onaangepaste rij snelheden van het snelverkeer. Uit de literatuurstudie blijkt dat snelheidsbeheersing grote potentiële mogelijkheden heeft om de verkeersveiligheid te verbeteren.

6.2. Kenmerken van bestuurder, weg, verkeer en snelheid

Op basis van theoretische overwegingen kan worden gesteld dat naarmate de snelheid hoger is, de remweg, de kans op een ongeval, de botssnelheid, de letselkans en de letselernst zal toenemen.

Diverse modellen zijn ontwikkeld die relaties tussen kenmerken van een verkeersstroom, zijnde intensiteit, dichtheid en snelheid op een wegvak, beschrijven.

Er is weinig bekend over empirische relaties tussen de drie verkeersstroomkenmerken op 80 km/uur-wegen in Nederland. Beschouwingen over snelheid zullen in relatie tot intensiteit, volgtijd en dichtheid dienen te

worden verricht (basisdiagram). Binnen een groot intensiteitsbereik is het bereik van de gemiddelde snelheid relatief beperkt. Interessant is het kritische gebied waar de intensiteit de snelheid sterk beïnvloedt. Beïnvloeding van snelheid alléén ter voorkoming van kop-staartbotsingen in een verkeersstroom is niet voldoende, de volgtijd dient mede te worden betrokken.

Relaties tussen wegkenmerken en rijnsnelheid (rijbaanbreedte, verhardingsbreedte, zichtafstand, bogen, etc.) wordt in nogal wat literatuur behandeld en middelen om de rijnsnelheid omlaag te brengen worden hieruit afgeleid. De resultaten verschillen nogal eens, wellicht mede een gevolg van verschillen in methode van onderzoek, verder is een probleem de onderlinge afhankelijkheid van verschillende kenmerken, waardoor het moeilijk is vast te stellen welke kenmerken het sterkste effect hebben. Daar beleidsmaatregelen uiteindelijk de verkeersveiligheid beogen te verbeteren is kennis over deze relaties alléén zonder dat de veiligheid erbij wordt betrokken niet voldoende: het drukken van de rijnsnelheid door obstakels dicht bij de wegrand te plaatsen kan een verhoging van de botsingskans met zich mee brengen.

Verschillende verkeerstaakanalytische theorieën zijn ontwikkeld waarbij uitgegaan wordt van een normatieve taakanalyse en nagegaan wordt welk snelheidsgedrag adequaat is. Fouten in de rijtaakuitvoering worden op strategisch, tactisch en operationeel niveau (ritplanning, routekeuze, inhalen, volgen, kruisen, koershouden) beschreven. Er is echter weinig bekend over theoretische relaties tussen rij- en subtaken en snelheidskeuze op de verschillende niveaus. Validatie van de gegeven theorieën ontbreekt in de meeste gevallen nog. Het probleem is te bepalen welke specifieke subtaken een probleem vormen, wat de samenhang is met andere subtaken en hoe onderzoek te verrichten opdat uiteindelijk maatregelen kunnen worden getroffen.

6.3. Snelheid en onveiligheid

Theoretisch kan worden gesteld dat rijnsnelheid samenhangt met ongevalenkans en met botssnelheid en deze laatste weer met letselkans en letselernst, echter kwantitatief zijn de relaties tussen rijnsnelheid, ongevalenkans, botssnelheid, letselkans en letselernst niet duidelijk, wel de relatie tussen botssnelheid en resp. botsenergie en impuls.

Het basisdiagram - de theoretische relatie tussen intensiteit, dichtheid en snelheid - geeft kritische gebieden aan voor elk van deze kenmerken, waar de kans op een ongeval drastisch toeneemt. Van deze kenmerken zijn snelheid en volgtijd of volgafstand een belangrijke en direct te beïnvloeden grootheden voor de verkeersveiligheid. De intensiteit en dichtheid zijn dit in veel mindere mate. Theorieën over vorm van snelheidstrajectorie over een tracé en onveiligheid ontbreken vooralsnog.

Theorieën over relaties tussen vorm van de snelheidsverdeling (gemiddelde, spreiding, scheefheid) en ongevallenkans, letselkans en letselernst ontbreken nog. Empirisch afgeleide formules suggereren de aanwezigheid van wetmatigheden.

Theorieën over snelheidsgedrag en ongevallen-, resp. letselkans gericht op de manoeuvres: kruisen, volgen en koershouden, zullen (verder) ontwikkeld moeten worden. Verschillende auteurs hebben relaties gelegd tussen snelheid, inhalen en ongevallen.

Computersimulatie van de manoeuvres inhalen, kruisen, volgen en koershouden, waarbij de snelheidskeus bijzondere aandacht krijgt, kan meer inzicht geven in het proces van deze manoeuvres en de kritische aspecten hierbij, zoals relatie tussen snelheid en ongevallenkans (resp. frontale, flank-, kop-staartbotsing en enkelvoudig ongeval).

Op het hoogste niveau van de rijtaak is weinig empirisch onderzoek gedaan, zoals bijvoorbeeld de ongunstige invloed van een slechte ritplanning of ongelukkige routekeuze op de rijnsnelheid onderweg of de gunstige invloed van eenvoudig opvraagbare route-informatie zoals Viditel op het snelheidsgedrag. Wel is gevonden dat ongevallen tussen personenauto's in stedelijke gebieden meer door 'non-locals' veroorzaakt worden dan door 'locals'. Dit wordt toegeschreven aan psychologische stressfactoren als gevolg van de veronderstelde onbekendheid met de omgeving. Plausibel is dat bestuurders bij het navigeren in een voor hen onbekende omgeving langzamer rijden dan het overige verkeer en daardoor verhoogde risico's oplopen. Ook op het routekeuzeniveau - snelheidskeus afhankelijk van de aard van de gekozen route - is weinig gevonden.

Daar de telematica-ontwikkelingen in de nabije toekomst met zich mee zullen brengen dat actuele informatie over route, weg, weer en verkeer eenvoudig thuis opgevraagd kunnen worden, en met de ontwikkeling van allerlei voertuiggebonden navigatiesystemen, is het van belang de effecten op snelheid en veiligheid van deze systemen nader te onderzoeken.

In de literatuur wordt sporadisch gewag gemaakt van het snelheidsgedrag op specifieke locaties, in specifieke situaties of bij specifieke manoeuvres, zoals bijvoorbeeld snelheid bij de nadering van kruispunten (met of zonder verkeerslichten), bij inhalen, het volgen van een voorligger en bij het koershouden. De onveiligheid bij bogen mede gerelateerd aan een onaangepaste snelheid vinden we daarentegen in nogal wat literatuur behandeld. Verschillende studies laten zien dat het rijden met een snelheid die afwijkt van de gemiddelde snelheid - in positieve én in negatieve zin - een grotere ongevallenkans met zich meebrengt (U-curve). Deze kans is het kleinst wanneer de snelheid om en nabij de gemiddelde ligt. Een verkleining van de spreiding in rijnsnelheid zal een onevenredig sterke reductie van het aantal (gevaarlijke) inhaalmanoeuvres tot gevolg hebben. Het aantal doden, letsels en de materiële schade per 100 voertuigen betrokken bij ongevallen neemt toe met de snelheid.

Worden ongevallen onderscheiden naar type en gerelateerd aan de rijnsnelheid dan krijgen we verschillende curves te zien, U-curve, dalende en stijgende curves.

Om een daling van de rijnsnelheid/botssnelheid te kunnen vertalen in een verkleining van de kans op letsels en op de ernst ervan is het nodig relaties tussen botssnelheid en letselkans/letselernst te kennen. Er is in de literatuur wat de letselkans betreft een en ander gevonden. Er is een consistente samenhang tussen ongevalsernst en rijnsnelheid echter in de kwantitatieve relaties zijn grote verschillen bij de diverse onderzoeken te vinden. Ten aanzien van causale relaties botssnelheid en letselernst wordt veel laboratoriumonderzoek door autofabrikanten verricht: botsproeven met als inzittenden 'dummies', dieren of lijken. Mogelijk zijn de resultaten hiervan uit concurrentieoverwegingen vertrouwelijk.

De relatie tussen botssnelheid en letselkans, resp. letselernst, vertoont een stijgende lijn met een grote bandbreedte. Onder de 30 km/uur is de kans op dodelijk letsel bij een botsing tegen een voetganger of fietser zeer klein.

Er is veel te vinden over algemene snelheidslimieten, het effect ervan op de rijnsnelheid en ongevallen. Empirische relaties tussen kenmerken van de snelheidsverdeling zoals gemiddelde snelheid, standaard afwijking en scheefheid en ongevallen zijn gelegd. Een theoretische onderbouwing hiervan ontbreekt nog. Het ontwikkelen van modellen die wetmatigheden tussen deze verkeersstroomkenmerken ook voor andere situaties zoals bij nadering van verkeerspleinen of kruisingen is - voorzover deze nog niet is verricht - gewenst.

Uit de literatuurstudie blijkt dat de meeste onderzoeken betrekking hebben op geaggregeerde gegevens: verschillende soorten situaties en condities worden bij elkaar genomen en als totaal onderzocht. Als beoogd wordt onderzoek te verrichten teneinde specifieke maatregelen te kunnen treffen, dan dient onderscheid te worden gemaakt naar situaties en condities waar deze maatregelen voor bedoeld zijn. Voorbeeld: het heeft weinig zin te constateren dat hoge en lage snelheden extra risico's met zich mee brengen, als blijkt dat de lage snelheden veroorzaakt worden door kruisingen waar voertuigen afslaan: de snelheid van deze voertuigen kan moeilijk omhoog worden gebracht. Het naderen van kruisingen dient als aparte conditie onderzocht te worden.

Wel is duidelijk geworden dat een daling van de gemiddelde snelheid tot een onevenredig grote reductie van het ongevallenquotiënt met zich mee zal brengen, ook een verkleining van de spreiding zal de ongevallenkans aanmerkelijk reduceren. Niet bekend is hoe combinaties van gemiddelde snelheid en standaard afwijking relateren met ongevallen.

Voor de Nederlandse situatie mag worden verwacht dat een daling van de gemiddelde snelheid en een verkleining van de spreiding een aanmerkelijke reductie op de ongevallenkans zal hebben, echter over de vorm van deze relatie zal de praktijk antwoord moeten geven. Ook de U-curve relatie tussen het aantal letselongevallen per voertuigkilometer en de snelheid zal voor de Nederlandse situatie opgaan, echter de precieze vorm dient nog nader te worden bepaald.

6.4. Snelheidsbeheersing

Snelheid is een belangrijke beïnvloedingsgrootte voor de verkeersveiligheid: de wegbeheerder kan bij het ontwerp van de weg en onderdelen daarvan een ontwerpsnelheid bepalen en op basis hiervan en van verkeers- en omgevingscondities snelheidsaanwijzingen geven (permanent of variabel, limiet of advies), de bestuurder kan met behulp van zijn snelheidsmeter de rij-snelheid vrij nauwkeurig vaststellen, de politie kan met de beschikbare apparatuur nauwkeurig en betrouwbaar overtreeders registreren en in de toekomst zal de registratie van snelheidsovertredingen geautomatiseerd en wellicht gefiscaliseerd worden.

Rijsnelheid kan op meer dan één manier worden beïnvloed: infrastructurele maatregelen, (automatisch) toezicht en voorlichting en snelheidslimieten en andere informatieborden langs de weg.

Het terugdringen van de rijksnelheid door middel van infrastructurele maatregelen heeft zijn beperkingen: gezien de functie die deze wegen vervullen zullen ze voor vrachtverkeer open moeten staan en dit stelt minimale eisen aan het dwarsprofiel. Derhalve zullen (kleinere) personenauto's zonder veel problemen met hoge snelheden hierop kunnen rijden.

Snelheidslimieten. Invoering, resp. wijziging van de algemene snelheidslimiet heeft in de Noordelijke landen effect gehad op de gemiddelde snelheid. Uit pilotmetingen verricht op enkele 80 km/uur-wegen in Nederland blijkt dat de limiet vrij massaal wordt overschreden. Een verlaging van de limiet ligt hier niet voor de hand, wel maatregelen die de naleving zullen verbeteren. Snelheidsbeïnvloeding met behulp van specifieke limieten bij de uitvoering van specifieke manoeuvres, zoals nadering van kruisingen, koershouden, volgen en inhalen wordt in Nederland niet veel toegepast maar behoort wel tot de mogelijkheden.

Politietoezicht heeft als bezwaar dat dit een grote inzet aan mankracht vergt bij politie en justitie en verder is het effect van toezicht kortdurend. Toepassing van automatisch toezicht biedt mogelijkheden om een langdurig(er) effect te krijgen. Probleem kan zijn dat meer foto's worden gemaakt van overtreders dan justitie kan verwerken.

Politietoezicht heeft een sterk effect op het snelheidsgedrag, dit beperkt zich echter tot de toezichtsperiode plus maximaal enkele weken. De pakkans is zeer gering. Door middel van conventionele tactieken kan de subjectieve pakkans niet zodanig worden vergroot dat de naleving van de snelheidslimieten wordt vergroot. Automatisch toezicht heeft eveneens een sterk effect op de rijksnelheid gesorteerd, niet bekend is echter wat het langetermijneffect is. In beginsel kan hiermee de objectieve pakkans aanzienlijk worden vergroot. Uit de verrichte onderzoeken kan niet worden afgeleid wat de relatie is tussen mate van toezicht (in combinatie met hoogte van de boete) en mate van naleving. Een verdubbeling van politie-inzet zal weinig effect sorteren als we in een vlak deel van de curve bevinden. Het is van groot belang te trachten de relatie tussen de mate van inzet en de mate van naleving nader te bepalen. Er zijn vermoedelijk verschillende curves mogelijk en waarschijnlijk zal er sprake zijn van een hysteresis-kromme: een vergroting van de inzet en deze vervolgens weer laten afnemen zal niet dezelfde curve opleveren. Zonder deze kennis is het mogelijk dat verdubbeling van de inzet geen zin heeft daar dit geen effect op de mate van naleving zal hebben doordat we in het vlakke deel van de curve zitten

(inzet op horizontale as en naleving op verticale as). Hoe sterker de curve stijgt hoe groter het effect van vermeerdering van inzet zal zijn op de mate van naleving. Om politie effectief te kunnen inzetten is het noodzakelijk deze relatie te kennen. Nieuwe middelen die de mate van naleving van de limieten kunnen vergoten zijn waarschuwingsbrieven en voorwaarschuwingborden waarop 'Controle'.

Activeerbare borden biedt perspectieven: deze kunnen verschillende gedragsaanwijzingen geven voor verschillendsoortige situaties, ze hebben een groter effect dan vaste borden vanwege de actualiteit, geloofwaardigheid en opvallendheid. Door verhoging van het attentieniveau wordt een bekorting van de reactietijd met 25% mogelijk geacht. Het effect op het outputgedrag wordt vergroot als niet alleen de beslistaak, maar ook de overige deelprocessen van de verkeerstaak worden ondersteund met informatie. Een onaangepaste snelheid kan mede worden veroorzaakt door een discrepantie tussen verwachting en realiteit. Door informatie te geven in situaties en op plaatsen waar naar verwachting zo'n discrepantie zich voordoet, kan deze discrepantie worden opgeheven. Alhoewel het niet eenvoudig zal zijn criteria te formuleren voor dit soort situaties of plaatsen zullen voor een deel evidente situaties en plaatsen aangewezen kunnen worden die voor de meeste bestuurders als 'onverwacht' kunnen worden aangemerkt, zoals discontinuïteiten in de weg, verkeersstroom, zicht (scherpe boog, verkeersstremming, ongunstige weersomstandigheden). Ten aanzien van de plaats of het moment van de presentatie van de informatie dient rekening te worden gehouden met prioriteiten in informatiebehoefte, teneinde over- en onderbelasting van de bestuurder te voorkomen.

Een combinatie van variabele snelheidsborden en automatisch toezicht is niet beproefd en biedt nieuwe mogelijkheden de rijnsnelheid te beheersen. Uiteindelijk zal door middel van time-sharing deze systemen over meerdere wegvakken moeten kunnen worden gerouleerd. Een strategie voor zo'n toepassing van deze systemen dient ontwikkeld te worden.

6.5. Nieuwe ontwikkelingen

Er zal rekening dienen te worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen. Europese onderzoekprogramma's zoals DRIVE en Prometheus zijn in volle gang en het zal niet erg lang meer duren of elektronische systemen ter beteugeling van de onveiligheid vindt zijn toepassing in het wegverkeer. Een van de elementaire gegevens die voor verschillende soorten systemen noodzake-

lijk zijn, zijn verkeersgegevens en ook van individuele voertuigen (bijvoorbeeld ten behoeve van routegeleiding). Gebruik makende van deze informatie kunnen snelheidsmaatregelen zoals automatisch belasting heffen afhankelijk van de gereden snelheid waarbij de hoogte van de belasting afhankelijk kan zijn van wegtype, periode van de dag, weersomstandigheden e.d., grote invloed hebben op het snelheidsgedrag.

Computersimulaties van verschillende soorten riskante situaties, zoals snelheid gerelateerd aan enkelvoudige ongevallen op rechte wegvakken en in bogen, nadering van kruisingen met vooral de manoeuvres: kruisen en volgen, botsingsproces.

Meten en registreren van rij- en botssnelheid van voertuigen met behulp van data-recorder in het voertuig mede ter van controle van rijgedrag en voor ongevallenanalyses zal ook invloed uit kunnen oefenen op het rijgedrag.

Het van buiten uit ingrijpen op de rijnsnelheid van voertuigen wordt momenteel beproefd en behoort tot de mogelijkheden toegepast te worden.

Ook kan met de huidige middelen voor specifieke situaties specifieke gedragsinformatie aan de automobilist bijvoorbeeld in de vorm van een snelheidsaanwijzing worden gegeven. De gegeven informatie is relevant voor de naderende individuele bestuurder en zal bij niet navolgen grote risico's met zich mee brengen. Verwacht wordt dat daardoor de mate van navolging groot zal zijn, ook op de lange termijn. Een voorbeeld: detectie en signalering van kruisende voertuigen die op botskoers zijn.

Antibotsingssystemen al dan niet selectief ingesteld voor botsingen tussen voertuigen onderling behoren tot de reële mogelijkheden, als ook systemen die automatische koers houden op een weg.

LITERATUUR

Armour, M. (1984). A review of the literature on police traffic law enforcement. Australian Road Research 14 (1984) 1: 17-25.

Brilon, W. (1976). Unfallgeschehen und Verkehrsablauf. Warteschlangenmodell des Verkehrsablaufs auf zweispurigen Landstrassen. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 201, 1976.

CBS (1989). Statistiek van de verkeersongevallen op de openbare weg. SDU, 1988.

Christensen, J. (1981). The effects of general speed limits on driving speeds and accidents in Denmark. In: OECD (1981).

Cowley, J.E. (1980). A review of rural speed limits in Australia. Report CR 20. Department of Transport, Australia.

Cowley, J.E. (1987). The relationship between speed and accidents: A literature review. Road Traffic Authority, 1987.

Daleman, H. (1989). Verkeer en milieu. Verkeersknooppunt 1989-3: 57-60.

Dijkstra, A. (1989). Probleemsituaties op 80 km/uur-wegen. Versie 2.1. SWOV, 1989.

Engels, K. & Dellen, R.G. (1989). Der Einfluss von Suchfahrten auf das Unfallverursachungsrisiko. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 35 (1989) 3: 93-100.

Fieldwick, R. & Brown, R.J. (1987). The effect of speed limits on road casualties. Traffic Engineering & Control 28 (12) 1987: 635-640.

Gerson, J. & Lunenfeld, A. & H. (1986). Driver expectancy in highway design and traffic operations. FHWA-TO-86-1. Federal Highway Administration, 1986.

Gundy, C.M. (1983). Politietoezicht en het gedrag van verkeersdeelnemers. R-83-32. SWOV, 1983.

Hauer, E. (1971). Accidents, overtaking and speed control. *Accid. Anal. & Prev.* 3 (1971): 1-13.

Hendrickx, L.C.W.P. & Hoeven, W. van der (1987). De relatie tussen rij-snelheid, wegkarakteristieken en ongevallen op 80 km-wegen, Deel I: Theoretische analyse. VK 87-04. VSC, 1987.

Hoeveman, G. & Lenting, F.H. (1988). Controle maximum snelheid. *Verkeers-knooppunt* (1988) 3: 58-60.

Hoeveman, G. & Lenting, F.H. (1989). Controle maximum snelheid; Een ver-volg. *Verkeersknooppunt* (1989) 3: 72-75.

Hoeven, W. van der (1987). Relatie tussen rij-snelheden, wegkenmerken en ongevallen; Deel II: Literatuurstudie. Concept rapport. VSC, 1987.

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

Jocksch, H.C. (1975). An empirical relation between fatal accident involvement per accident involvement and speed. *Accid. Anal. & Prev.* 7 (1975) : 129-132.

Joscelyn, K.B. e.a. (1970). Maximum speed limits. A study for the selection of maximum speed limits. Indiana University, 1970.

Kampen, L.T.B. van (1985). Rijsnelheid, botssnelheid en afloop van botsin-gen tussen tweewielers en motorvoertuigen. R-85-8. SWOV, 1985.

Klok, F. & Heijs, C.J.J.M. (1988). Project snelheidsgedrag op 80 km wegen. *Verkeerskunde* 39 (1988) 3: 104-107.

Kraaij, J.H. (1989). Projectplan MPV-speerpunt 'Snelheid' (concept). Rijkswaterstaat, Hoofdafdeling Verkeersveiligheid, 1989.

- Leutzbach, W. (1988). Introduction to the theory of traffic flow. Springer Verlag, 1988.
- Leutzbach, W. & Brannolte, U. (1989). Der Überholdruck; Zum Zusammenhang zwischen Überholparametern und Unfallraten auf Landstrassen. Strasse und Autobahn 40 (1989) 2 : 47-50.
- Lütze, H. & Zeidler, F. (1986). Konsequenzen aus der Unfallforschung für Fahrzeugsicherheit am Beispiel der neuen Mittelklasse von Daimler-Benz. Automobil Industrie No. 3, 1986.
- Maier, R. & Meeuwes, V. (1990). Fahrbahnbreite und Geschwindigkeitsverhalten. Strassenverkehrstechnik 34 (1990) 2 (März/April) : 49 - 54.
- Mäkinen, T. & Salusjärvi, M. (1989). The effects of enforcement on driving speed, 1989.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990). Telematica Verkeer en Vervoer. SDU, 1990.
- Nilsson, E. & Sjögren (1981). Relationship between enforcement, traffic speeds and traffic accidents. In: OECD (1981).
- Nilsson, G. (1981). The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. In: OECD (1981).
- Nilsson, G. (1984). Speeds, accident rates and personal injury consequences for different road types. Report nr. 277. Swedish Road Research and Traffic Research Institute VTI, 1984.
- Nilsson, G. (1987). Speed limits and accident consequences and risks. Swedish Road Research and Traffic Research Institute VTI, 1987.
- Nilsson, G. e.a. (1990). Speed and safety; Research results from the Nordic countries. Swedish Road and Traffic Research Institute VTI, 1990.
- OECD (1981). Proc. Symposium on the effects of speed limites om traffic accidents & transport energy use, Dublin, 1981.

Oei Hway-liem (1986). Snelheidsvorming en -beïnvloeding; Mogelijkheden voor onderzoek. SWOV (Niet gepubliceerd).

Oei Hway-liem (1988). Plaatselijke snelheidsbeïnvloeding; Grote mogelijkheden voor de verkeersveiligheid? R-88-19. SWOV, 1988.

Oei Hway-liem (1989). Rijsnelheden op 80 km/uur-wegen in Nederland. Verslag van een pilotmeting. R-89-52. SWOV, 1989.

Oei Hway-liem (1990). Snelheid en verkeersonveiligheid in de Noordse landen. Covernota bij Nilsson e.a. (1990).

Oei Hway-liem & Schoon, C.C. (1990). De bocht uit. In: Wegman e.a. (1990).

Ostvik, E. & Vaa, T. (1989). Police enforcement and surveillance techniques. Survey among police officers in Ireland, the Netherlands, Norway and Spain. TI, Institute of Transport Economics, 1989.

Papendrecht, J.H. (1988). Plaatselijke snelheidsbeïnvloeding. Een experiment nabij een scholengemeenschap. VK 2702.301. TU Delft, 1988.

Papendrecht, J.H. & De Vries, J. (1989). Snelheidsreducerende maatregelen op doorgaande wegen in kleine kernen; Snelheidsafhankelijke waarschuwing en enforcement. Concept-rapport. TU Delft, 1989.

Portans, I. (1988). The potential value of speed cameras. Road Traffic Authority, 1988.

Prometheus (1987). Second Prometheus Symposium, Brussels, 1987.

RTI (Research Triangle Institute) (1970). Speed and accidents, Vol. II. U.S. Department of Transportation, 1970.

Riedel, W.J. e.a. (1986). Gericht verkeerstoezicht op snelheidsgedrag op 80 km wegen. VK 86-05. VSC, 1986.

Riemersma, J.B.J. (1984). Driving behaviour in road curves; A review of literature. IZF 1984 C-12. TNO Institute for Perception, 1984.

- Rutley, K.S. (1975). Control of drivers' speed by means other than enforcement. *Ergonomics* 18 (1975) 1 : 89-100.
- Sakshaug, K. (1989). Summary of research on speed and speed limits in Norway. SINTEF Transportation Engineering, October 1989.
- Salusjärvi, M. (1981). Speed limits and traffic accidents. In: OECD (1981).
- Salusjärvi, M. (1981). The speed limit experiments on public roads in Finland. Report no. 7/1981. VTT, Technical Research Centre of Finland, 1981.
- Salusjärvi, M. (1987). The speed limit experiments on public roads in Finland. In: Proc. VTI + TRB International Conference on Roads and Traffic Safety on Two Continents. 9-11 September 1987, Gothenburg, Sweden.
- Solomon, D. (1964). Accidents on main rural highways related to speed, driver, and vehicle. U.S. Department of Commerce, 1964.
- Taylor, W.C. (1965). Speed zoning: A theory and its proof. *Traffic Engineering* 35 (1965) 4: 17-19 & 48-51.
- Tenkink, E. (1988). Determinanten van rijnsnelheid. IZF 1988 C-3. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, 1988.
- T.R.B. (Transportation Research Board) (1984). 55: A decade of experience. TRB Special Report No. 204. TRB, 1984.
- T.R.B. (Transportation Research Board) (1985). Highway Capacity Manual. Special Report 209. TRB, 1985.
- Veling, I.H. (1985). Gedragsbeïnvloeding door verkeersborden; Literatuuronderzoek. Rapport No. TT85-12. Traffic Test b.v., 1985.
- Wegman, F.C.M. (1982). Adviesnelheden; Beschouwingen over verruiming van de toepassing. R-82-35. SWOV, 1982.

Wegman, F.C.M. e.a. (1985). Snelheidslimieten op autosnelwegen. R-85-49. SWOV, 1985.

Wegman, F.C.M. e.a. (1990). Voor alle veiligheid; Bijdragen aan de bevordering van de verkeersveiligheid. SDU Uitgeverij, 1990.

West, L.B. & Dunn, J.W. (1971). Accidents, speed deviation and speed limits. Traffic Engineering July 1971: 52-55.

Wohl, M. & Martin, B.V. (1967). Traffic system analysis for engineers and planners. McGraw-Hill Book Company, 1967.

AFBEELDINGEN 1 T/M 31

Afbeelding 1. Relaties tussen snelheid, dichtheid en intensiteit bij een ononderbroken verkeerstroom (Bron: TRB, 1985).

Afbeelding 2. Het basisdiagram van het verkeer (Bron: Wohl & Martin, 1967).

Afbeelding 3. Algemene vorm van de relatie tussen intensiteit en snelheid (Bron: Wohl & Martin, 1967).

Afbeelding 4. De relaties tussen de gemiddelde rijnsnelheid en de intensiteit en het percentage vertraging en de intensiteit van voor "rural two-lane highways" (Bron: TRB, 1985).

Afbeelding 5. De relatie tussen de rijbaanbreedte en de vrije 15%, 50% en 85%-snelheid van personenauto's op rechte wegvakken van tweestrookswegen buiten de bebouwde kom.

Afbeelding 6. De relatie tussen de betrokkenheidsquotiënten en de aantallen inhaalbewegingen per mijl en de rijnsnelheid bij dag en bij nacht (Bron: Hauer, 1971).

Afbeelding 7. Gemeten cumulatieve snelheidsverdelingen bij verschillende rijbaanbreedtes (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).

Afbeelding 8. Aantallen ongevallen per 1000 uur en per km weg in relatie tot de intensiteit bij verschillende rijbaanbreedtes (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).

Afbeelding 9. Aantallen ongevallen naar type (naar Brilon, 1976) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).

Afbeelding 10. De ongevallenquotiënten bij daglicht naar type ongeval in relatie tot de verkeersintensiteit (Bron: Brilon, 1976).

Afbeelding 11. De inhaalongevallenquotiënten in relatie tot de verkeersintensiteit op de gehele rijbaan (naar Brilon, 1976) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1976).

Afbeelding 12. Berekende vereiste aantallen inhaalmanoeuvres en de werkelijk mogelijke aantallen inhaalmanoeuvres in relatie tot de intensiteit (naar Korte e.a., 1955) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).

Afbeelding 13. Relatie tussen de 15%, 50% en 85%-snelheid en de intensiteit op een tweestrooksweg buiten de bebouwde kom (Bron: Brilon, 1976).

Afbeelding 14. Betrokkenheidsquotiënt in relatie tot afwijkingen van de gemiddelde snelheid bij dag en nacht (Solomon, 1964).

Afbeelding 15. Betrokkenheidsquotiënt in relatie tot afwijkingen van de gemiddelde snelheid op "Interstate" en "rural" highways (Bron: TRB, 1984).

Afbeelding 16. Aantallen gewonde personen per 100 bij ongevallen betrokken voertuigen en materiële schade per bij een ongeval betrokken voertuig in dollars in relatie tot de rijsnelheid (Solomon, 1964).

Afbeelding 17. De relatie tussen het letselquotiënt en de rijsnelheid bij dag en bij nacht (Solomon, 1964).

Afbeelding 18. De relatie tussen de kans op een dodelijk ongeval en verandering in snelheid (Δv) (TRB, 1984).

Afbeelding 19. Betrokkenheidsquotiënten per 100 miljoen voertuigmijl naar type ongeval (Bron: Cowley, 1980, naar Solomon, 1964).

Afbeelding 20. De relatie tussen het aandeel bij ongevallen betrokkenen en de rijsnelheid per botsingstype (Bron: Solomon, 1964).

Afbeelding 21. Cumulatieve verdeling van het snelheidsverschil van personenauto's betrokken bij kop-staartbotsingen en bij normaal verkeer (Bron: Solomon, 1964).

Afbeelding 22. Geschatte standaardafwijking bij snelheden op Interstate highways, 1973, 1979, en 1983 (Bron: TRB, 1984).

Afbeelding 23. Ernst betrokkenheid bij ongevallen in relatie tot de rijsnelheid in vier staten (Bron: Joksch, 1975).

Afbeelding 24. Relatie tussen botssnelheden van motorvoertuigen en letselernst (OAIS) van fietsers (Bron: Otte e.a., 1980).

Afbeelding 25. De relatie tussen letselernst bij voetgangers en botssnelheid bij verschillende onderzoeken (Bron: Huijbers & Van Kampen, 1985).

Afbeelding 26. Cumulatieve snelheidsverdeling voor verschillende wegen met verschillende limieten (Bron: Nilsson, 1987).

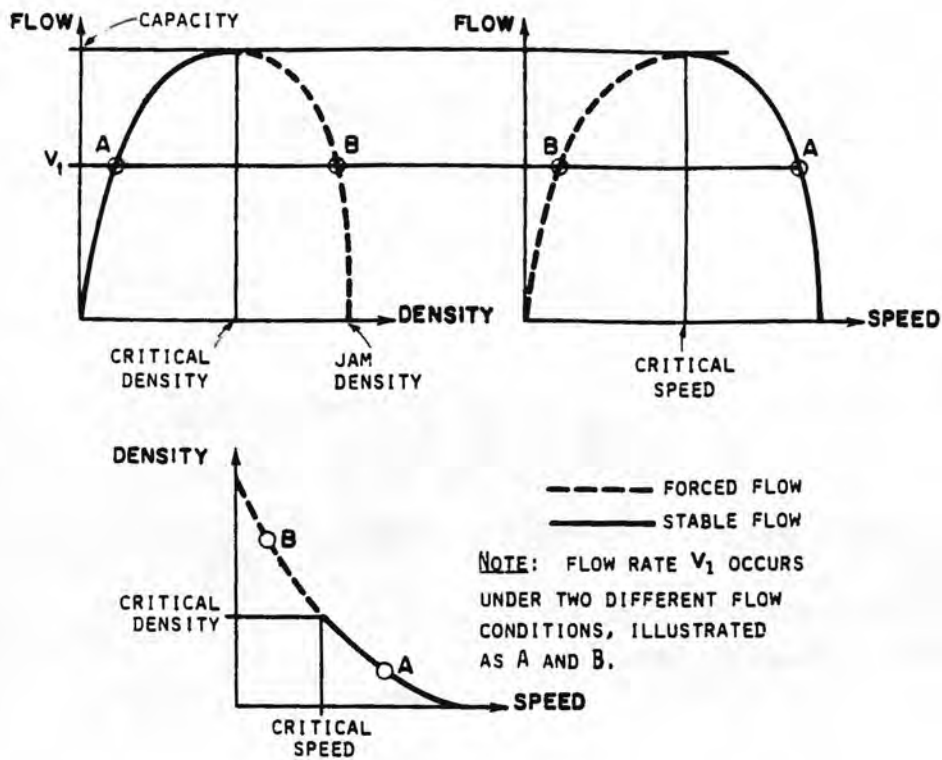
Afbeelding 27. De invloed van snelheidslimieten op letselongevallen als functie van verandering en gemiddelde snelheid in de jaren zestig (Salusjärvi, 1981).

Afbeelding 28. De relatie tussen de invloed van snelheidslimieten en de hoogte van de snelheidslimiet (Bron: Salusjärvi, 1981).

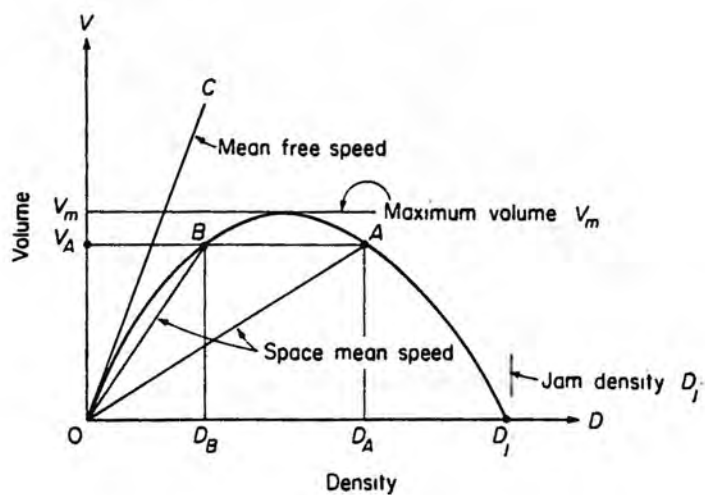
Afbeelding 29. De relatie tussen de verandering in gemiddelde snelheid en de vermindering in de aantallen ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1981).

Afbeelding 30. De relatie tussen de verandering in standaardafwijking en de vermindering in de aantallen ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1981).

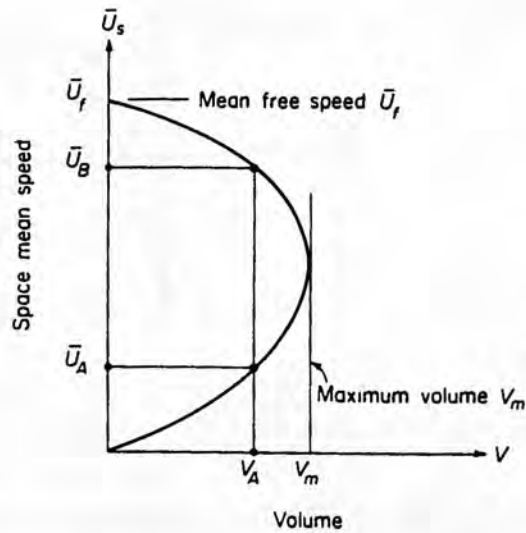
Afbeelding 31. De ontwikkeling van de gemiddelde snelheden van personen- en vrachtauto's op 100- en 120 km/uur-wegvakken in Nederland in de periode april 1988 tot februari 1989 (Bron: Hoeveman & Lenting, 1989).



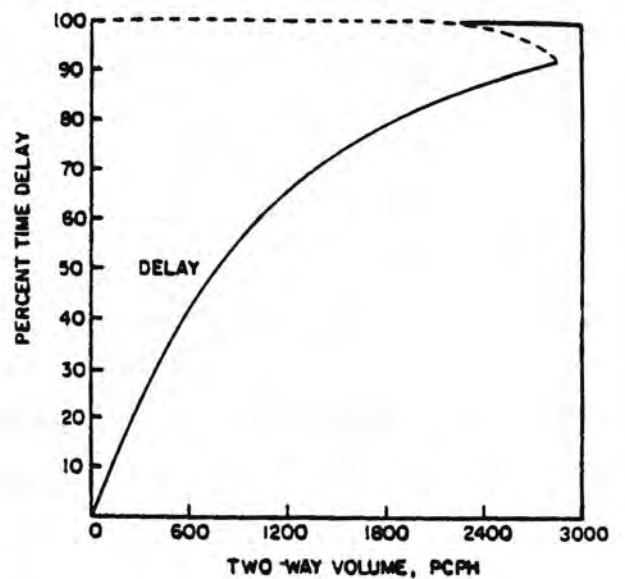
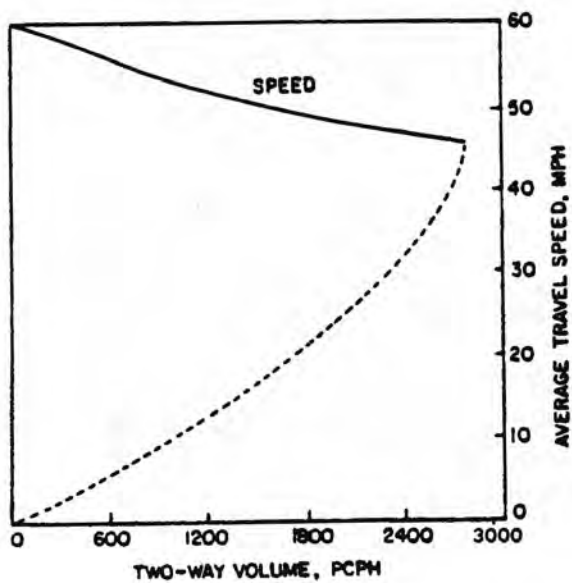
Afbeelding 1. Relaties tussen snelheid, dichtheid en intensiteit bij een ononderbroken verkeerstream (Bron: TRB, 1985).



Afbeelding 2. Het basisdiagram van het verkeer (Bron: Wohl & Martin, 1967).



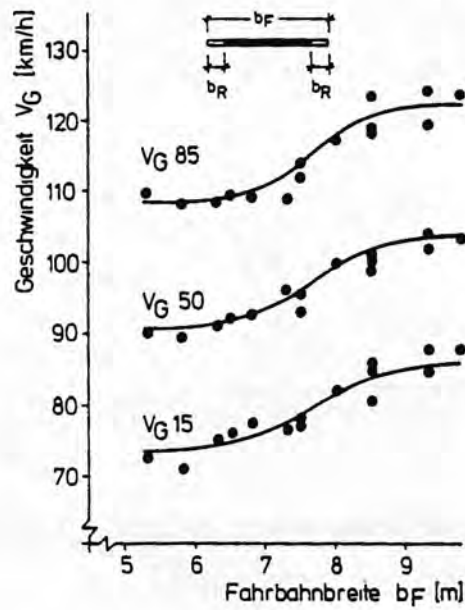
Afbeelding 3. Algemene vorm van de relatie tussen intensiteit en snelheid (Bron: Wohl & Martin, 1967).



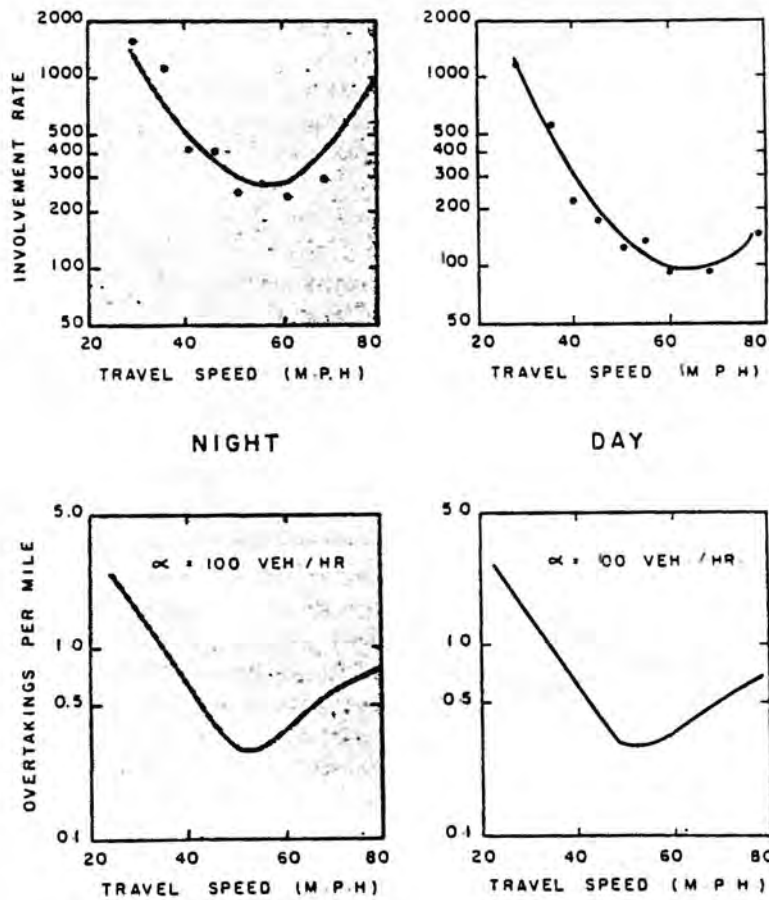
a. Relationship between average speed and flow on two-lane highways.

b. Relationship between percent time delay and flow on two-lane highways.

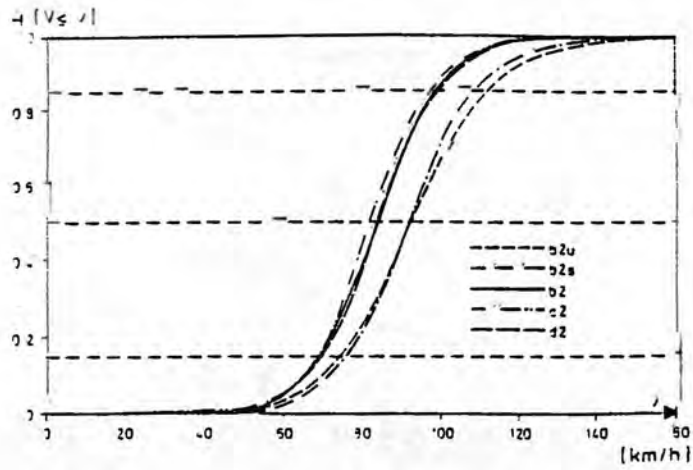
Afbeelding 4. De relaties tussen de gemiddelde rijnsnelheid en de intensiteit en het percentage vertraging en de intensiteit van voor "rural two-lane highways" (Bron: TRB, 1985).



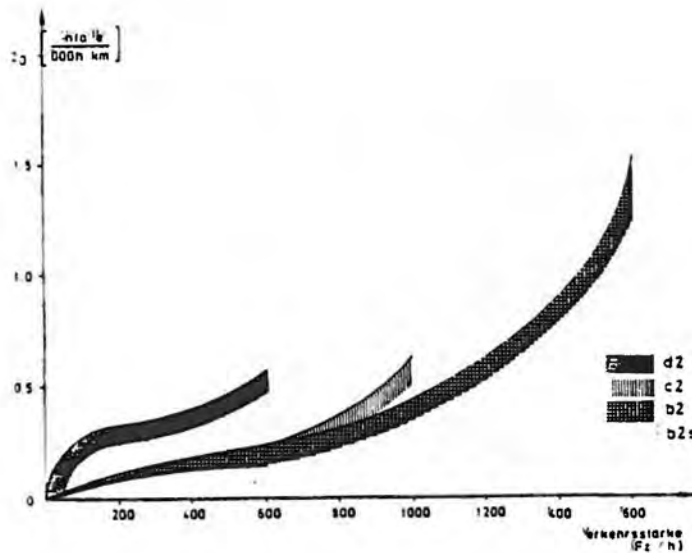
Afbeelding 5. De relatie tussen de rijbaanbreedte en de vrije 15%, 50% en 85%-snelheid van personenauto's op rechte wegvakken van tweestrooks-wegen buiten de bebouwde kom (Bron: Maier & Meewes (1990))



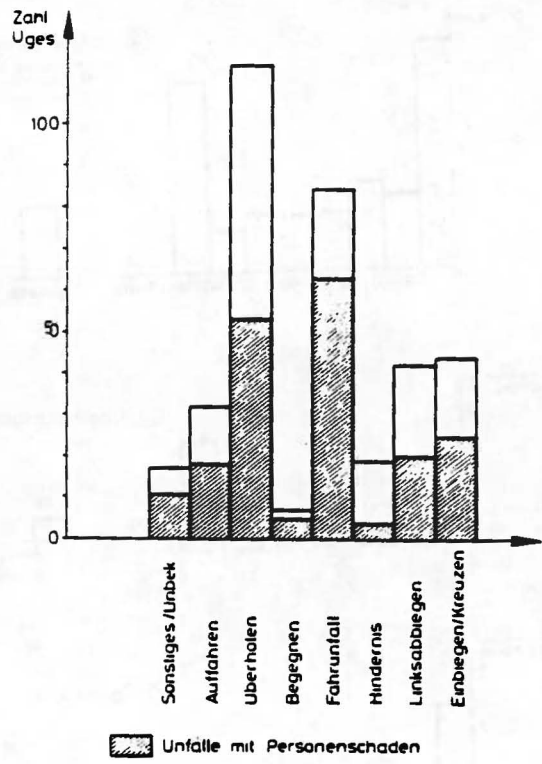
Afbeelding 6. De relatie tussen de betrokkenheidsquotienten en de aantallen inhaalbewegingen per mijl en de rijnsnelheid bij dag en bij nacht (Bron: Hauer, 1971).



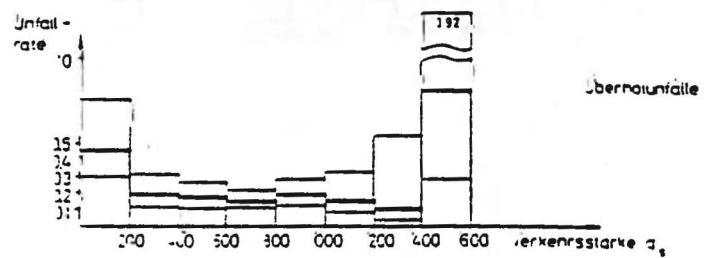
Afbeelding 7. Gemeten cumulatieve snelheidsverdelingen bij verschillende rijbaanbreedtes (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).



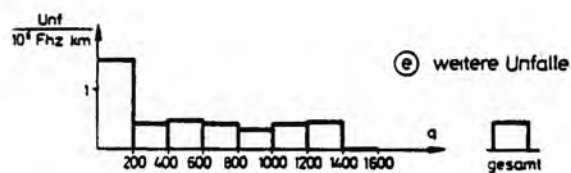
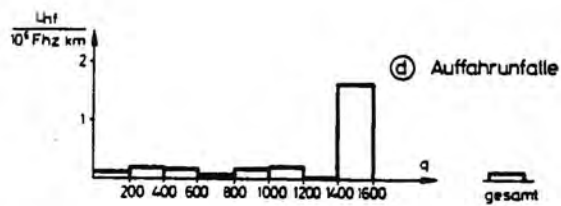
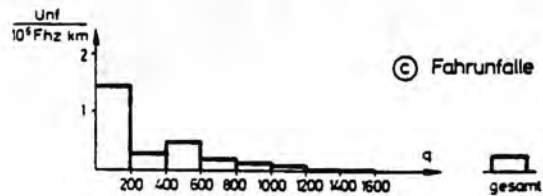
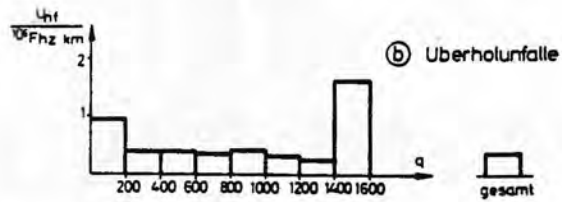
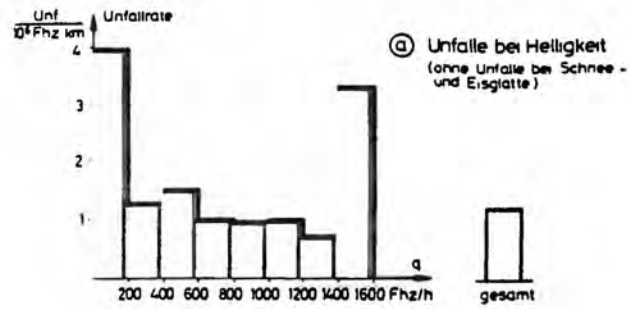
Afbeelding 8. Aantallen ongevallen per 1000 uur en per km weg in relatie tot de intensiteit bij verschillende rijbaanbreedtes (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).



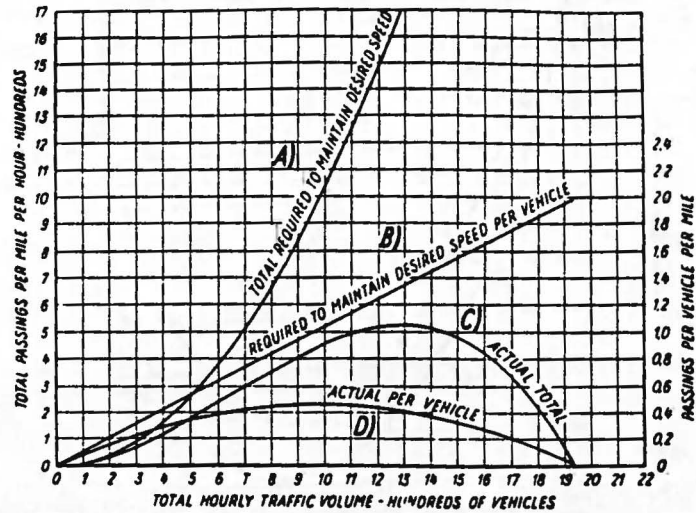
Afbeelding 9. Aantallen ongevallen naar type (naar Brilon, 1976) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).



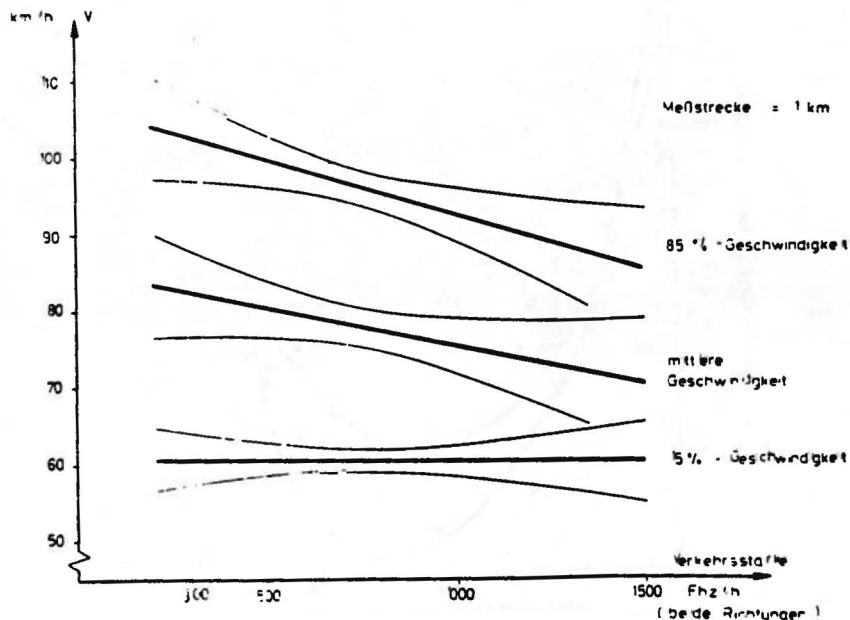
Afbeelding 11. De inhaalongevallenquotiënten in relatie tot de verkeersintensiteit op de gehele rijbaan (naar Brilon, 1976) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1976).



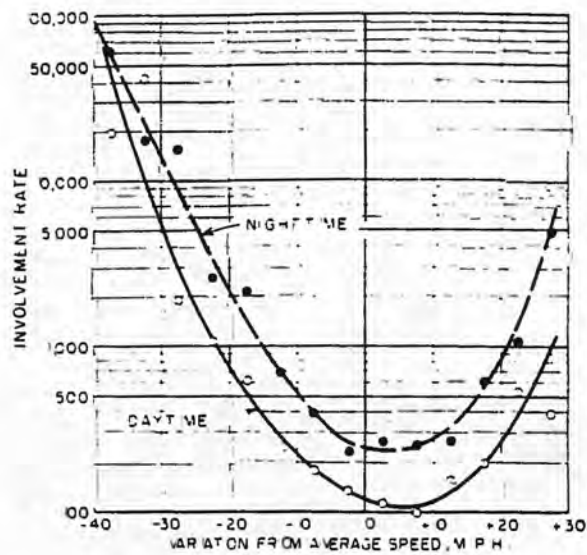
Afbeelding 10. De ongevalquotiënten bij daglicht naar type ongeval in relatie tot de verkeersintensiteit (Bron: Brilon, 1976).



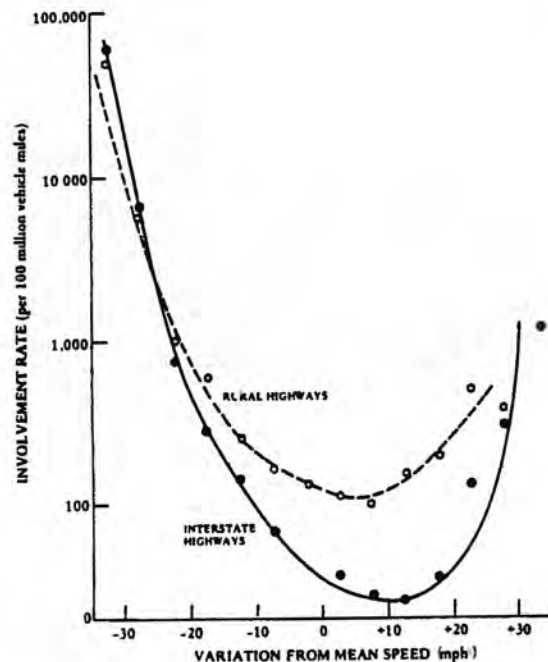
Afbeelding 12. Berekende vereiste aantallen inhaalmanoeuvres en de werkelijk mogelijke aantallen inhaalmanoeuvres in relatie tot de intensiteit (naar Korte e.a., 1955) (Bron: Leutzbach & Brannolte, 1989).



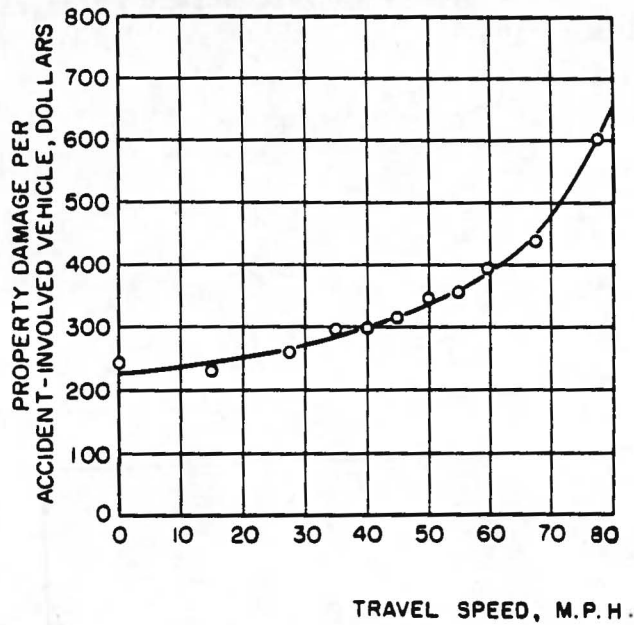
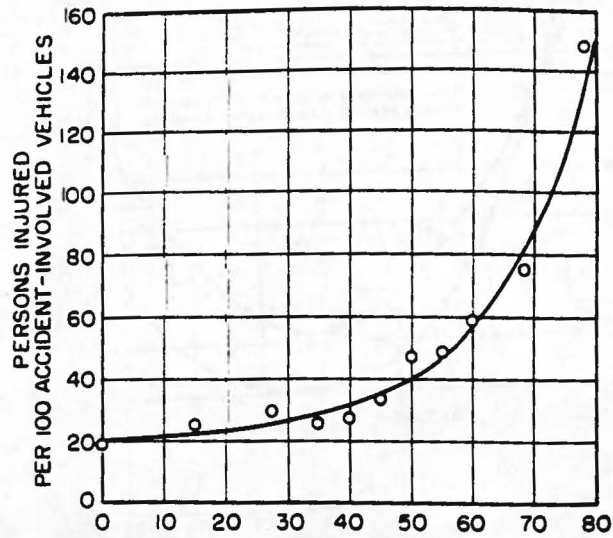
Afbeelding 13. Relatie tussen de 15%-, 50%- en 85%-snelheid en de intensiteit op een tweestrooksweg buiten de bebouwde kom (Bron: Brilon, 1976).



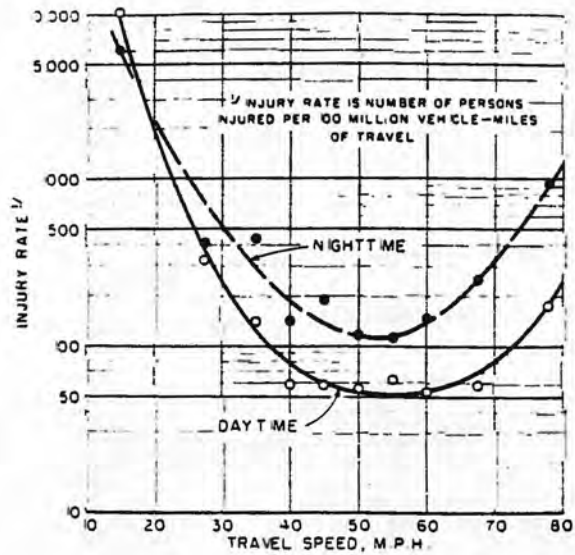
Afbeelding 14. Betrokkenheidsquotient in relatie tot afwijkingen van de gemiddelde snelheid bij dag en nacht (Solomon, 1964).



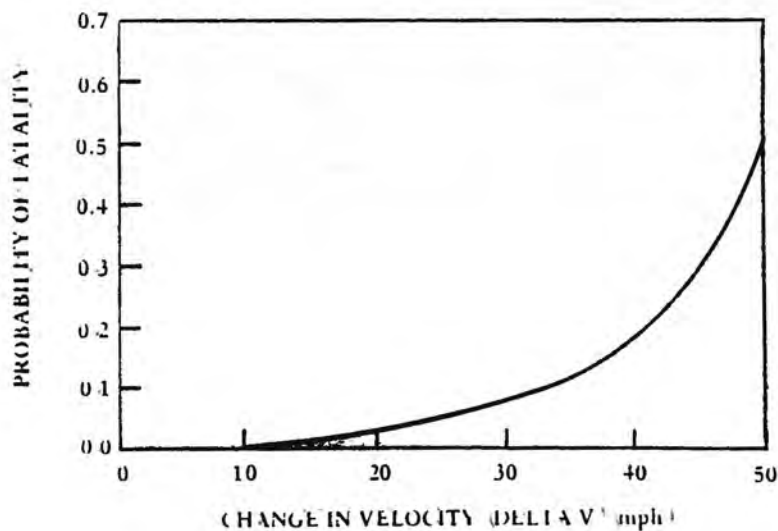
Afbeelding 15. Betrokkenheidsquotient in relatie tot afwijkingen van de gemiddelde snelheid op "Interstate" en "rural" highways (Bron: TRB, 1984).



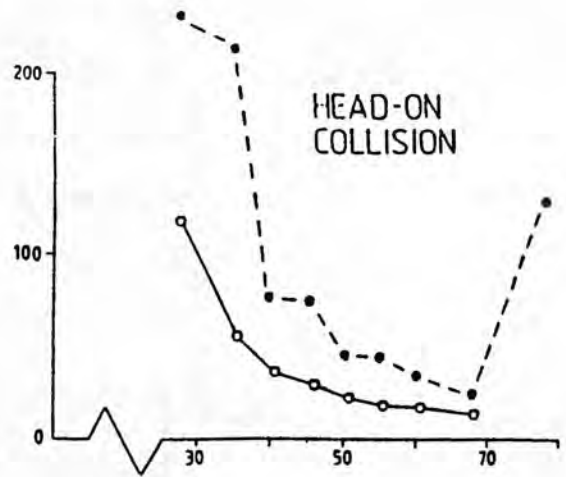
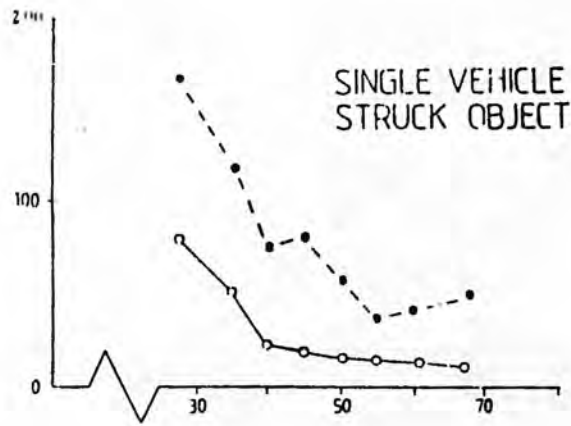
Afbeelding 16. Aantallen gewonde personen per 100 bij ongevallen betrokken voertuigen en materiële schade per bij een ongeval betrokken voertuig in dollars in relatie tot de rijsnelheid (Solomon, 1964).



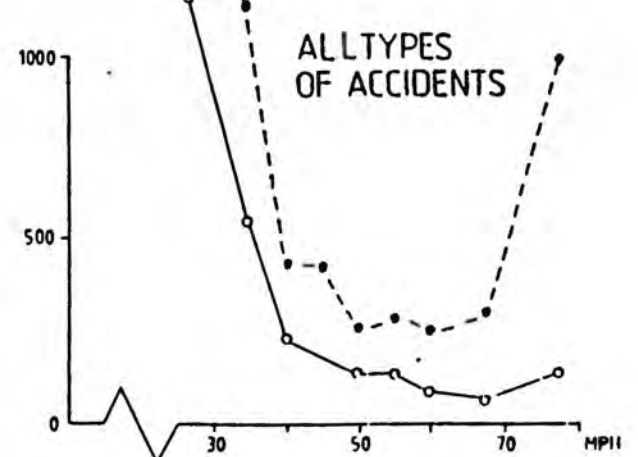
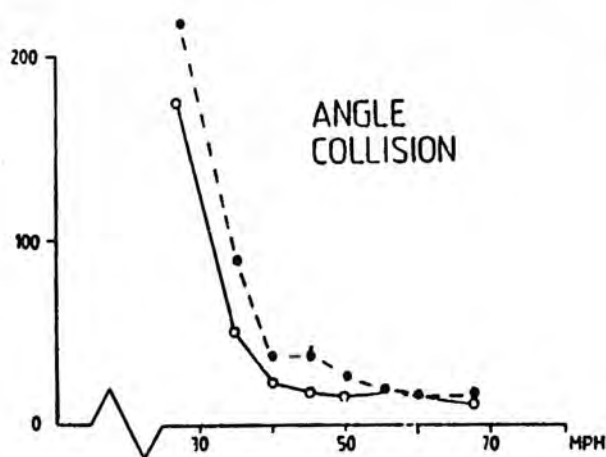
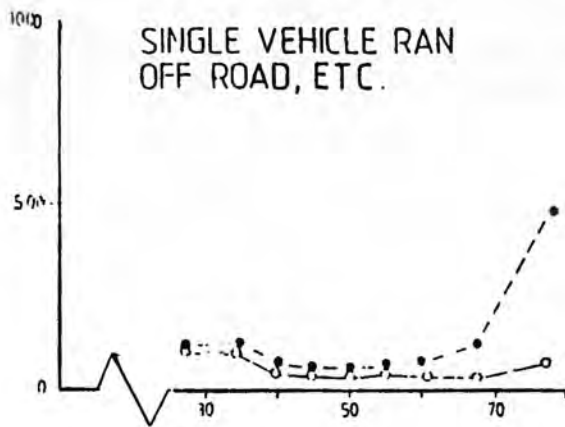
Afbeelding 17. De relatie tussen het letselquotiënt en de rijsnelheid bij dag en bij nacht (Solomon, 1964).



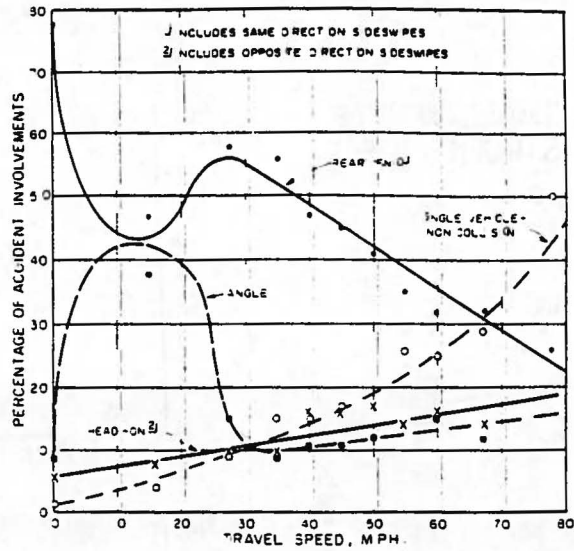
Afbeelding 18. De relatie tussen de kans op een dodelijk ongeval en verandering in snelheid (Δv) (TRB, 1984).



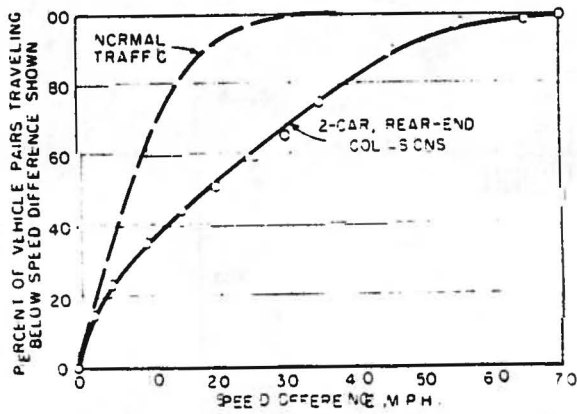
- - - ● NIGHT
 — — — ○ DAY



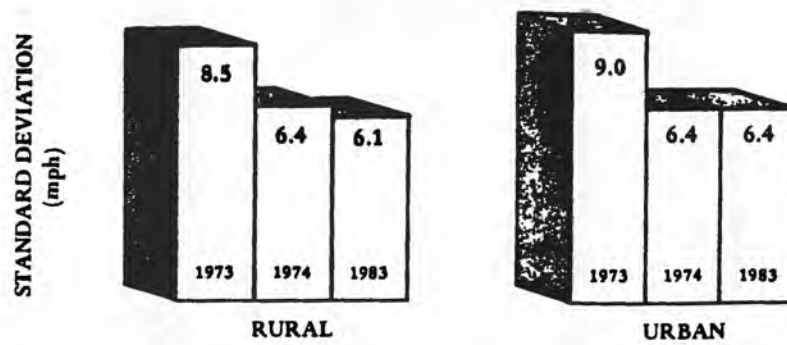
Afbeelding 19. Betrokkenheidsquotienten per 100 miljoen voertuigmijl naar type ongeval (Bron: Cowley, 1980, naar Solomon, 1964).



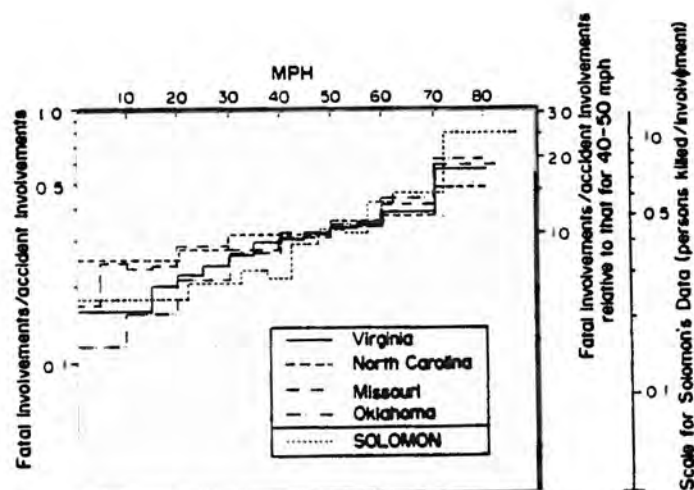
Afbeelding 20. De relatie tussen het aandeel bij ongevallen betrokkenen en de rijsnelheid per botsingstype (Bron: Solomon, 1964).



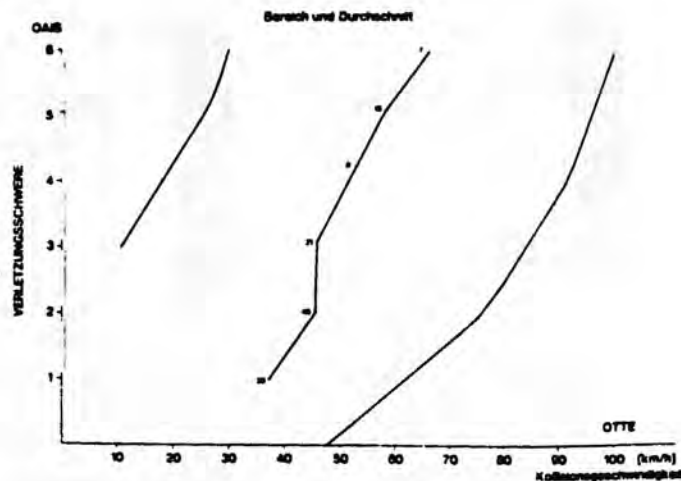
Afbeelding 21. Cumulatieve verdeling van het snelheidsverschil van personenauto's betrokken bij kop-staartbotsingen en bij normaal verkeer (Bron: Solomon, 1964).



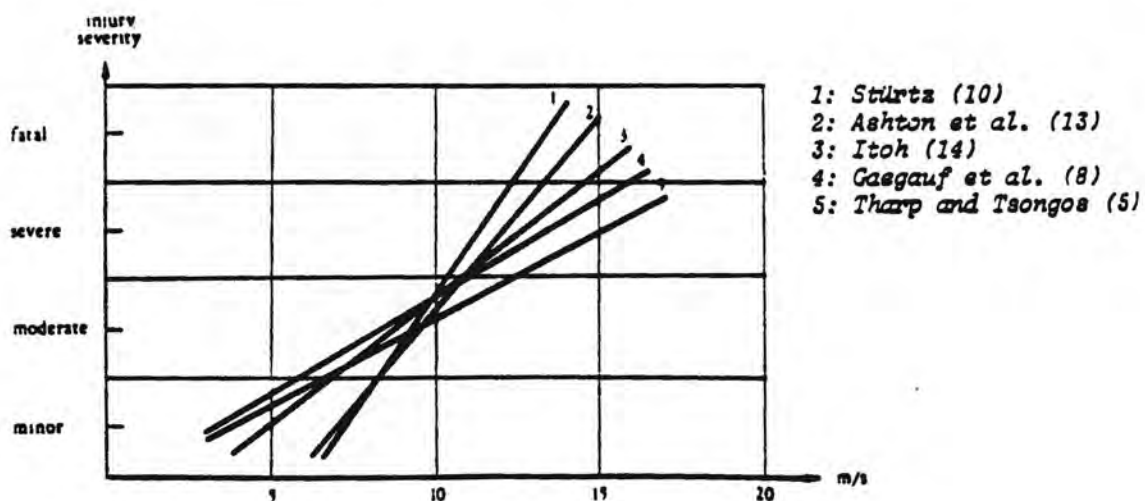
Afbeelding 22. Geschatte standaardafwijking bij snelheden op Interstate highways, 1973, 1979, en 1983 (Bron: TRB, 1984).



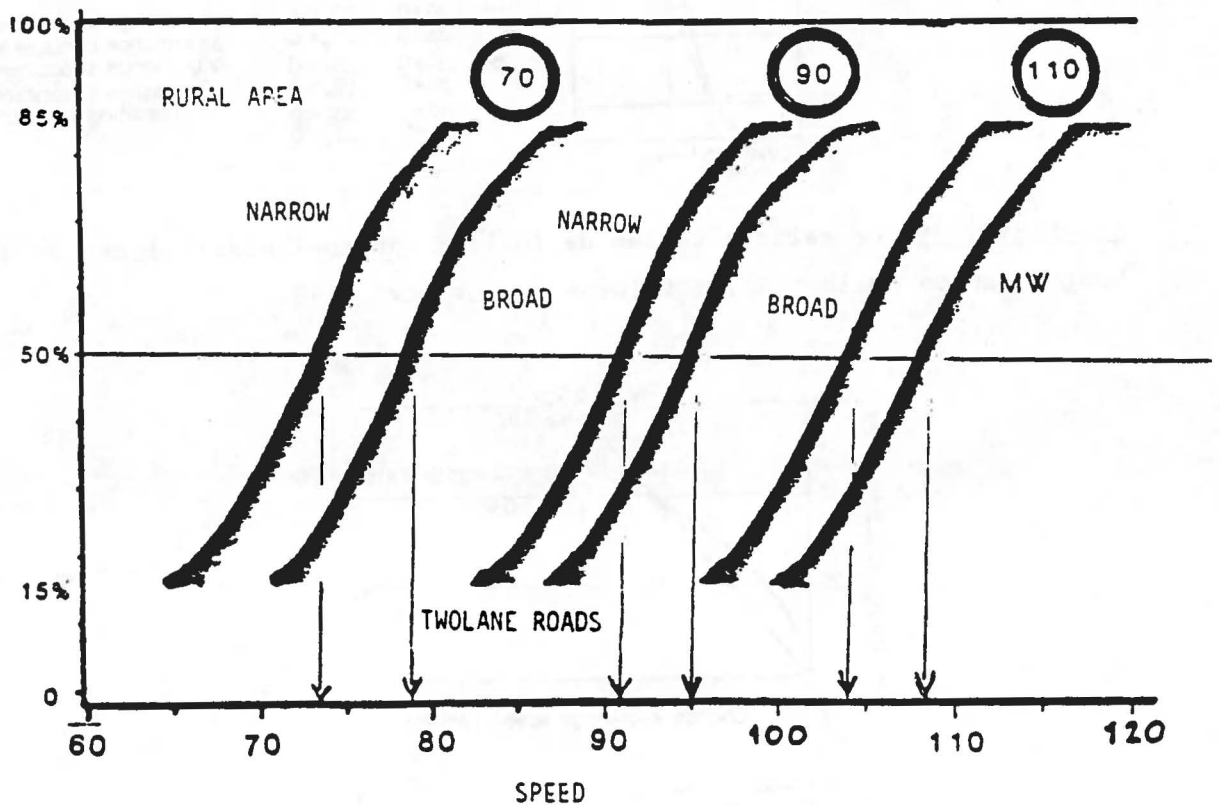
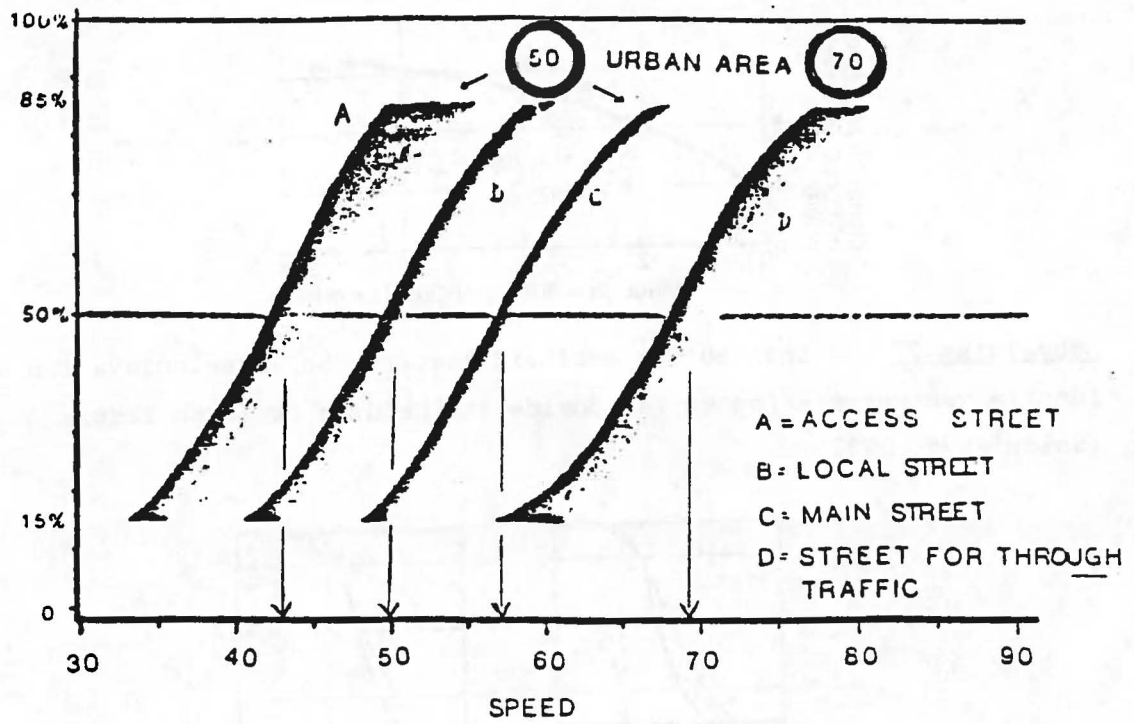
Afbeelding 23. Ernst betrokkenheid bij ongevallen in relatie tot de rij-snelheid in vier staten (Bron: Joksch, 1975).



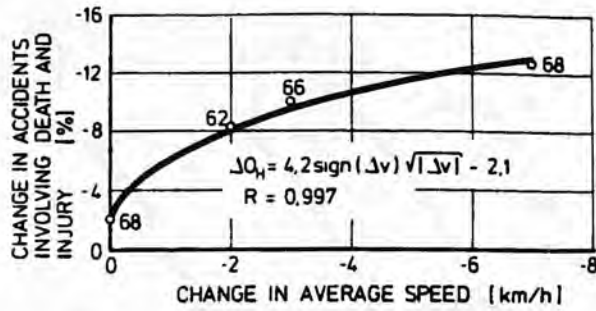
Afbeelding 24. Relatie tussen botssnelheden van motorvoertuigen en letselernst (OAS) van fietsers (Bron: Otte e.a., 1980).



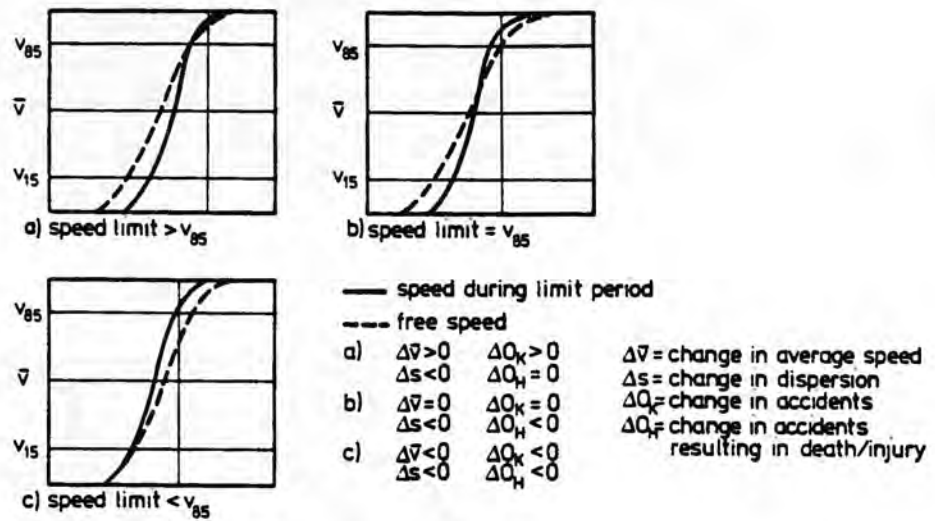
Afbeelding 25. De relatie tussen letselernst bij voetgangers en botssnelheid bij verschillende onderzoeken (Bron: Huijbers & Van Kampen, 1985).



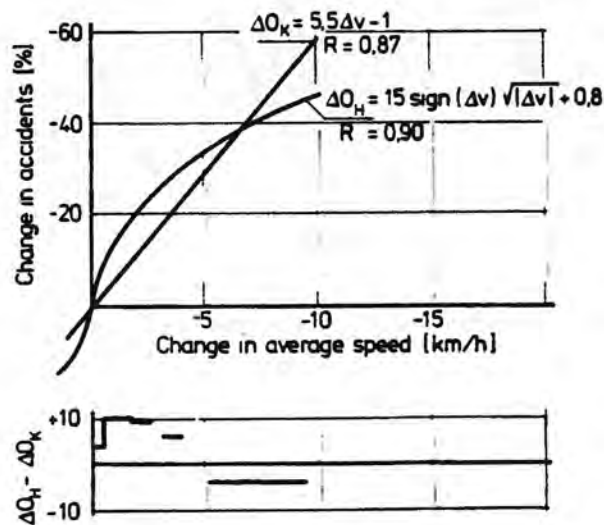
Afbeelding 26. Cumulatieve snelheidsverdeling voor verschillende wegen met verschillende limieten (Bron: Nilsson, 1987).



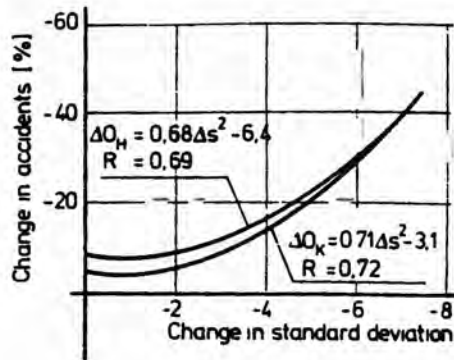
Afbeelding 27. De invloed van snelheidslimieten op letselongevallen als functie van verandering en gemiddelde snelheid in de jaren zestig (Salusjärvi, 1981).



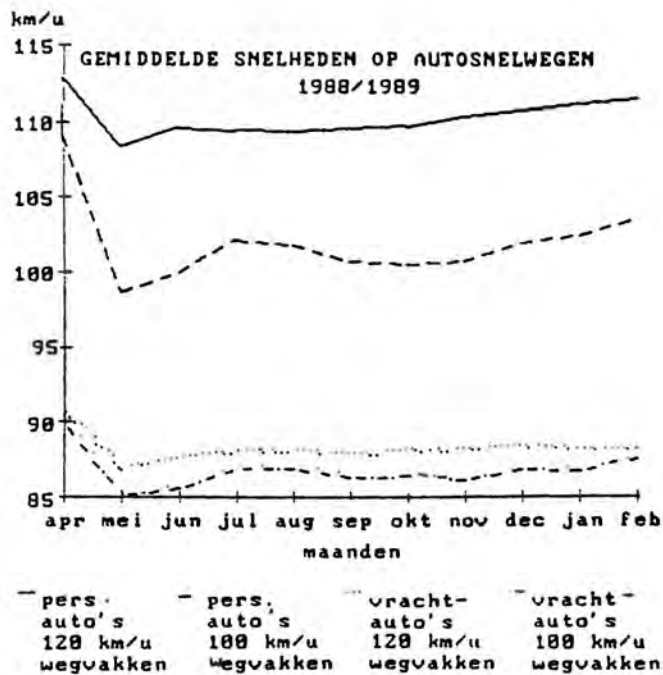
Afbeelding 28. De relatie tussen de invloed van snelheidslimieten en de hoogte van de snelheidslimiet (Bron: Salusjärvi, 1981).



Afbeelding 29. De relatie tussen de verandering in gemiddelde snelheid en de vermindering in de aantallen ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1981).



Afbeelding 30. De relatie tussen de verandering in standaardafwijking en de vermindering in de aantallen ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1981).



Afbeelding 31. De ontwikkeling van de gemiddelde snelheden van personen- en vrachtauto's op 100- en 120 km/uur-wegvakken in Nederland in de periode april 1988 tot februari 1989 (Bron: Hoeveman & Lenting, 1989).

TABELLEN 1 T/M 18

Tabel 1. Aantallen letselongevallen op provinciale wegen buiten de bebouwde kom en op 80/90 km/uur-wegen en percentages in 1984 naar ongevallemanooeuvre (Bron: CBS-VOR).

Tabel 2. Aantallen en percentages letselongevallen buiten de bebouwde kom in 1984 naar ongevallemanooeuvre en wegsituaties (Bron: CBS-VOR).

Tabel 3. Resultaten van de probleemanalyse.

Tabel 4. Voorlopige globale probleemsituaties op wegvakken van wegen voor alle verkeer (WA) en voor wegen met een gesloten verklaring (WG) (Bron: Dijkstra, 1989).

Tabel 5. Aantallen ongevallen op wegvakken breder dan 5 m, voor wegen met een gesloten verklaring en voor wegen voor alle verkeer, naar botspartner per manoeuvre groep (Bron: Dijkstra, 1989).

Tabel 6. Aantallen ongevallen op kruispunten met drie en met vier takken, naar botspartner per manoeuvre groep (Bron: Dijkstra, 1989).

Tabel 7. Verkeersstroomkenmerken (Bron: Wohl & Martin, 1967).

Tabel 8. Onderlinge relaties tussen verkeersstroomkenmerken (Bron: Wohl & Martin, 1967).

Tabel 9. Ernst betrokkenheid bij ongevallen per snelheidsklasse voor enkelvoudige en meervoudige ongevallen (naar Carroll e.a., 1973) (Bron: Joks, 1975).

Tabel 10. Overzicht van effectiviteit van verschillende snelheidsbeïnvloedende factoren (Bron: Tenkink, 1988).

Tabel 11. De effecten van snelheidslimieten op snelheden en ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1987).

Tabel 12. Relatie tussen maximale botssnelheid op een kruispunt, de rij-snelheid op 15 m voor het kruispunt en de letselernstklasse (Bron: Oei, 1988).

Tabel 13. Percentages voertuigen met snelheid groter dan de aangegeven waarden op 15 m voor het kruispunt (Bron: Oei, 1988).

Tabel 14. Vermindering van het aandeel voertuigen dat boven de aangegeven waarden rijdt (in %) (Bron: Oei, 1988).

Tabel 15. Vermindering van de gemiddelde snelheid (in km/uur) op 1,9 en 8,5 km voor (upstream) en na (downstream) enkele en dubbele radarcontrole met staandehouding in combinatie met overlappende motorsurveillancetechnieken (Bron: Riedel e.a., 1986).

Tabel 16. Verdeling ondervraagde politieofficieren naar ervaring met surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

Tabel 17. Scores van ondervraagde politieofficieren betreffende efficiency van surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

Tabel 18. Rangorde en scores van ondervraagde politieofficieren naar belangrijkheid problemen met uitvoering surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

Ongevals- manoeuvre	Prov.weg bubeko		80/90 km/uur	
1. Botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting zonder afslaan.				
111	126		428	
121	90		237	
122	66		168	
131	13		28	
132	2		5	
133	-		2	
134	57		201	
141	7		21	
142	11		24	
151	0		11	
161	0		1	
162	0		-	
169	1		8	
	---		-----	
	373	13,1%	1.134	12,1%
2. Botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting zonder afslaan.				
211	279		843	
212	33		107	
213	-		-	
221	37		101	
231	0		2	
241	0		-	
299	2		11	
	---		-----	
	351	12,4%	1.064	11,3%
3. Botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting met afslaan.				
311	11		27	
312	41		130	
313	0		2	
321	12		48	
322	87		341	
323	1		2	
331	22		59	
399	3		9	
	---		---	
	177	6,2%	618	6,6%

Tabel 1. Aantallen letselongevallen op provinciale wegen buiten de bebouwde kom en op 80/90 km/uur-wegen in 1984 (Bron: CBS-VOR).

4. Botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg
in tegengestelde richting met afslaan.

411	166	410		
421	32	98		
431	2	6		
441	12	23		
451	35	127		
499	-	1		
	---	---		
	247	8,7%	665	7,1%

5. Botsingen tussen voertuigen op kruisende
wegen of uitrit zonder afslaan.

511	407	1.193		
512	13	52		
513	9	10		
521	1	3		
531	1	31		
599	1	5		
	---	-----		
	432	15,2%	1.294	13,8%

6. Botsingen tussen voertuigen op kruisende
wegen of uitrit met afslaan.

611	25	82		
621	32	128		
631	34	140		
641	121	483		
651	1	10		
699	4	16		
	---	---		
	217	7,6%	859	9,2%

7. Botsingen tussen een rijdend voertuig en
een geparkeerd voertuig.

711	23	90		
721	2	34		
731	0	-		
732	-	-		
741	0	3		
799	0	15		
	--	---		
	25	0,9%	142	1,5%

Tabel 1. Vervolg

8. Botsingen tussen een rijdend voertuig
en een voetganger.

811	2		4	
812	3		3	
813	4		15	
821	3		19	
822	45		144	
823	2		7	
831	8		19	
832	-		-	
841	5		75	
851	14		31	
861	5		20	
871	0		1	
899	4		20	
	--		---	
	95	3,3%	358	3,8%

9. Botsingen tussen een rijdend voertuig
en een voorwerp of dier.

911	375		1.606	
912	68		213	
913	29		68	
921	9		19	
931	44		110	
941	19		81	
951	19		70	
990	24		49	
	---		-----	
	637	22,5%	2.216	23,6%

0. Eenzijdige verkeersongevallen.

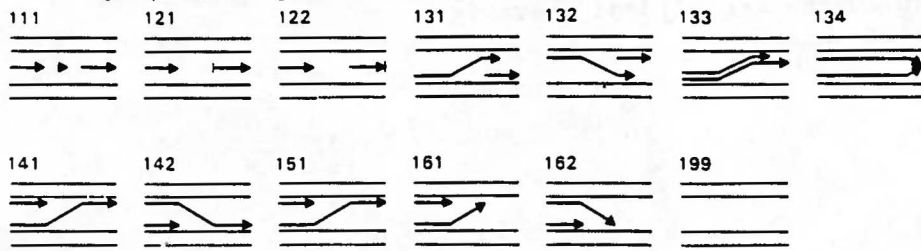
011	84		286	
021	22		70	
022	20		70	
031	4		14	
041	12		34	
042	135		359	
099	56		193	
	---		-----	
	333	11,7%	1.026	10,9%

Totaal	2.837	100%	9.376	100%
--------	-------	------	-------	------

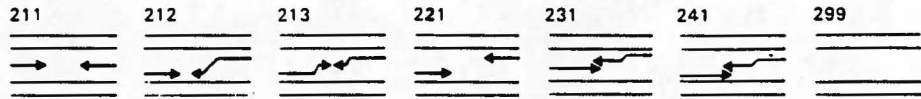
Tabel 1. Vervolg

Ongevallenmanoeuvres

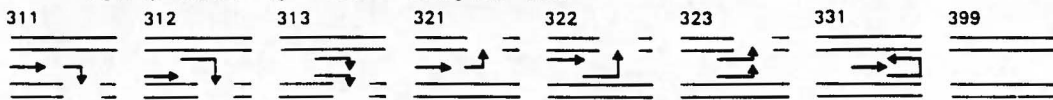
1. botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting zonder afslaan



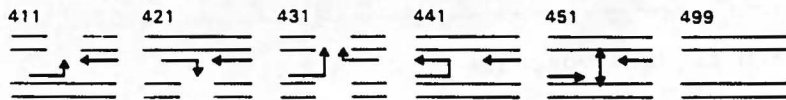
2. botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting zonder afslaan



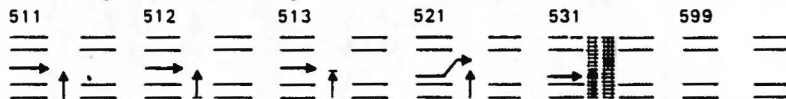
3. botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in dezelfde richting met afslaan



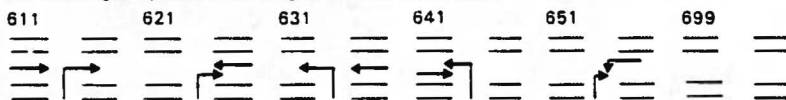
4. botsingen tussen voertuigen op dezelfde weg in tegengestelde richting met afslaan



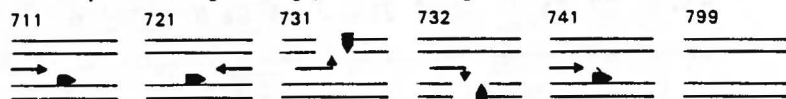
5. botsingen tussen voertuigen op kruisende wegen of uitrit zonder afslaan



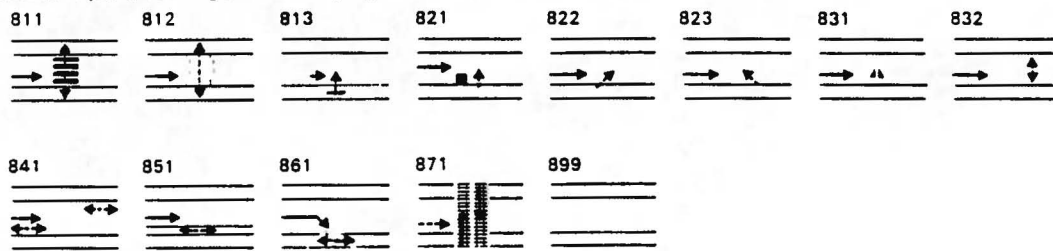
6. botsingen tussen voertuigen op kruisende wegen of uitrit met afslaan



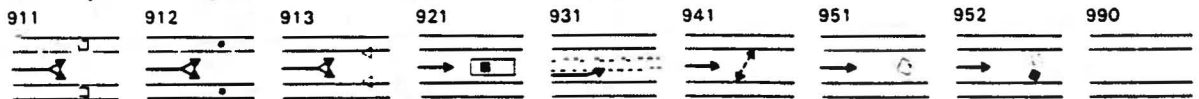
7. botsingen tussen een rijdend voertuig en een geparkeerd voertuig



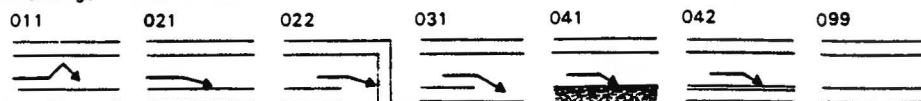
8. botsingen tussen een rijdend voertuig en een voetganger



9. botsingen tussen een rijdend voertuigen een voorwerp of dier



0. eenzijdige verkeersongevallen



voor beschrijving: zie blz. 11

Ongevallen- manoeuvre	Rechte weg	Kruising	T-kruis- sing	Verk.- plein	Bocht	Totaal
1	1.564	115	106	9	70	1.864
2	791	61	53	1	430	1.336
3-6	998	1.796	1.163	7	46	4.010
7	177	0	6	0	22	205
8	355	32	16	0	37	440
9obstakel	1.391	73	167	5	938	2.574
9dier	78	6	4	1	13	102
0	859	56	84	5	453	1.457
overig	143	13	10	1	26	193
	-----	-----	-----	--	---	-----
Totaal	6.356	2.152	1.609	29	2.035	12.181

Ongevallen- manoeuvre	Rechte weg	Kruising	T-kruis- sing	Verk.- plein	Bocht	Totaal
1	84,0	6,2	5,7	0,5	3,8	100%
2	59,2	4,6	4,0	0,0	32,2	100%
3-6	24,9	44,8	29,0	0,0	1,1	100%
7	86,3	0,0	3,0	0,0	10,7	100%
8	80,7	7,3	3,6	0,0	8,4	100%
9obstakel	54,0	2,8	6,5	0,0	36,4	100%
9dier	76,4	5,9	3,9	1,0	12,7	100%
0	59,0	3,8	5,8	0,0	31,1	100%
overig	74,1	6,7	5,2	0,5	13,5	100%
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Totaal	52,2	17,7	13,2	0,2	16,7	100%

Ongevallen- manoeuvre	Rechte weg	Kruising	T-kruis- sing	Verk.- plein	Bocht	Totaal
1	24,6	5,3	6,6	31,0	3,4	15,3
2	12,4	2,8	3,3	3,4	21,1	11,0
3-6	15,7	83,5	72,3	24,1	2,3	32,9
7	2,8	-	0,4	-	1,1	1,7
8	5,6	1,5	1,0	-	1,8	3,6
9obstakel	21,9	3,4	10,4	17,2	46,1	21,1
9dier	1,2	0,3	0,2	3,4	0,6	0,8
0	13,5	2,6	5,2	17,2	22,3	12,0
overig	2,2	0,6	0,6	3,4	1,3	1,6
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 2. Aantallen en percentages letselongevallen buiten de bebouwde kom in 1984 naar ongevallenmanoeuvre en wegsituaties (Bron: CBS-VOR).

Rijtaak	Ong.manoeuvre	Rechte weg	Kruising	Bocht
Koershouden	9 en 0	X		X
Volgedrag	1	X	X	
Inhaalgedrag	2	X		X
Kruisen z.afslaan	5		X	
Kruisen m.afslaan	6		X	
Afslaan op zelfde weg in zelfde richting	3	X (uitrit)	X	
Idem in tegengestelde richting	4	X (uitrit)	X	
Ritplanning en routekeuze	0 t/m 9	heeft invloed op alle wegsituaties		

Tabel 3. Resultaten van de probleemanalyse.

soort weg	intensiteit	breedteklasse	ongevallen per
WG		alle	kilometer
WG en WA		breder dan 5 m	kilometer
WG		smaller dan 7 m	motorvoertuigkm
WA		alle	motorvoertuigkm
WA		smaller dan 6 m breder dan 7 m	motorvoertuigkm
WA	1000 tot 3000 mvt/etmaal	breder dan 5 m	kilometer en motorvoertuigkm

Tabel 4. Voorlopige globale probleemsituaties op wegvakken van wegen voor alle verkeer (WA) en voor wegen met een gesloten verklaring (WG) (Bron: Dijkstra, 1989).

ongevallen op wegvakken breder dan 5m	weg met "gesloten verklaring"				weg voor alle ver- keer			
	ums		letsel		ums		letsel	
ernst van de afloop	n	%	n	%	n	%	n	%
manoeuvregroep	n	%	n	%	n	%	n	%
in dezelfde richting								
motorvoertuigen onderling	645	85,7	60	41,7	311	74,0	13	14,9
fiets vs motorvoertuig	10	1,3	14	9,7	24	5,7	29	33,3
bromfiets vs motorvoertuig	18	2,4	17	11,8	22	5,2	19	21,8
fts-fts, brf-brf, fts-brf	32	4,2	46	31,9	15	3,6	21	24,1
overig	39	5,2	7	4,9	26	6,2	5	5,7
onbekend	9	1,2	-	-	22	5,2	-	-
subtotaal	753	(65)	144	(43)	420	(47)	87	(47)
in tegengestelde richting								
motorvoertuigen onderling	204	78,8	65	50,8	274	86,2	38	60,3
fiets vs motorvoertuig	8	3,1	8	6,3	8	2,5	11	17,5
bromfiets vs motorvoertuig	10	3,9	10	7,8	12	3,8	10	15,9
fts-fts, brf-brf, fts-brf	24	9,3	42	32,8	1	0,3	1	1,6
overig	13	5,0	3	2,3	23	7,2	3	4,8
subtotaal	259	(23)	128	(38)	318	(35)	63	(34)
in kruisende richting								
motorvoertuigen onderling	109	78,4	34	50,7	133	82,6	12	35,3
fiets vs motorvoertuig	7	5,0	6	9,0	5	3,1	12	35,3
bromfiets vs motorvoertuig	18	12,9	21	31,3	14	8,7	8	23,5
fts-fts, brf-brf, fts-brf	1	0,7	2	3,0	1	0,6	1	2,9
overig	4	2,9	4	6,0	8	5,0	1	2,9
subtotaal	139	(12)	67	(20)	161	(18)	34	(19)
TOTAAL	1151	100	339	100	899	100	184	100

mtv = motorvoertuig; fts = fiets; brf = bromfiets.

Motorvoertuig is hier: personenauto, bestelauto, vrachtauto, bus, motor en scooter.

Tabel 5. Aantallen ongevallen op wegvakken breder dan 5 m, voor wegen met een gesloten verklaring en voor wegen voor alle verkeer, naar botspartner per manoeuvregroep (Bron: Dijkstra, 1989).

ongevallen op kruispunten	met drie takken				met vier takken			
ernst van de afloop	ums		letsel		ums		letsel	
manoeuvregroep	n	%	n	%	n	%	n	%
in dezelfde richting								
motorvoertuigen onderling	295	88,3	18	36,7	407	92,3	24	51,1
fiets vs motorvoertuig	6	1,8	7	14,3	9	2,0	7	14,9
bromfiets vs motorvoertuig	10	3,0	16	32,7	13	2,9	13	27,7
fts-fts, brf-brf, fts-brf	5	1,5	5	10,2	2	0,5	2	4,3
overig	18	5,4	3	6,1	10	2,3	1	2,1
subtotaal	334	(36)	49	(19)	441	(35)	47	(12)
in tegengestelde richting								
motorvoertuigen onderling	115	75,7	29	50,0	134	92,4	33	56,9
fiets vs motorvoertuig	10	6,6	14	24,1	5	3,4	5	8,6
bromfiets vs motorvoertuig	15	9,9	11	19,0	2	1,4	13	22,4
fts-fts, brf-brf, fts-brf	1	0,7	3	5,2	-	-	5	8,6
overig	11	7,2	1	1,7	4	2,8	2	3,4
subtotaal	152	(16)	58	(22)	145	(11)	58	(15)
in kruisende richting								
motorvoertuigen onderling	380	85,2	54	34,6	608	89,4	190	65,7
fiets vs motorvoertuig	13	2,9	51	32,7	15	2,2	40	13,8
bromfiets vs motorvoertuig	32	7,2	32	20,5	39	5,7	54	18,7
fts-fts, brf-brf, fts-brf	5	1,1	12	7,7	6	0,9	2	0,7
overig	16	3,6	7	4,5	12	1,8	3	1,0
subtotaal	446	(48)	156	(59)	680	(54)	289	(73)
onbekend	2		-		5		-	
TOTAAL	934	100	263	100	1271	100	394	100

mtv = motorvoertuig; fts = fiets; brf = bromfiets.

Motorvoertuig is hier: personenauto, bestelauto, vrachtauto, bus, motor en scooter.

Tabel 6. Aantallen ongevallen op kruispunten met drie en met vier takken, naar botspartner per manoeuvregroep (Bron: Dijkstra, 1989).

<i>Variable</i>	<i>Description</i>	<i>Typical units</i>	<i>Symbol</i>
Volume or flow rate	The number of vehicles passing a <i>point</i> in a unit of time	Vehicles per hour	V
Density or concentration	Number of vehicles traveling over a unit <i>length</i> of highway	Vehicles per mile	D
Speed	Distance traveled by a vehicle in a unit of time	Miles per hour	U
Space mean speed*	Mean of the speeds of the vehicles traveling over a given length of road and weighted according to the time spent traveling that length	Miles per hour	\bar{U}_s
Time mean speed	Arithmetic mean of speeds of vehicles passing a point during a given interval of time	Miles per hour	\bar{U}_t
Travel time	Time required to travel a given distance	Minutes	t
Unit travel time	Travel time per unit of distance	Minutes per mile	m
Time headway or headway	Time between arrival of the <i>front</i> of one vehicle and the arrival of the front of the next vehicle at a point on the roadway	Seconds	h
Distance headway or spacing	Distance between <i>front</i> of one vehicle and the front of the next vehicle	Feet	s
Distance	Length of roadway	Feet	x

* Other references (such as Ref. 11.3) define space mean speed as "the arithmetic mean of the speeds of vehicles occupying a given length of roadway *at a given instant*."

Tabel 7. Verkeersstroomkenmerken (Bron: Wohl & Martin, 1967).

<i>Relationship</i>	<i>Symbolic forms</i>
Flow = space mean speed \times density	$V = \bar{U}_s D$
Space mean speed = flow \times spacing	$\bar{U}_s = V s = V / D$
Density = flow \times unit travel time	$D = V m = V / \bar{U}_s$
Spacing = space mean speed \times headway	$s = \bar{U}_s h = \bar{U}_s / V$
Headway = unit travel time \times spacing	$h = m s = 1 / V$
Unit travel time = density \times headway	$m = D h = 1 / \bar{U}_s$

Tabel 8. Onderlinge relaties tussen verkeersstroomkenmerken (Bron: Wohl & Martin, 1967).

Crash type	Speed range							
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70
Single vehicle	0.5	1.4	0.9	2.4	1.7	2.3	1.9	11
Multi-vehicle	0.2	0.3	0.1	0.3	1.7	1.9	3.6	9

Tabel 9. Ernst betrokkenheid bij ongevallen per snelheidsklasse voor enkelvoudige en meervoudige ongevallen (naar Carroll e.a., 1973) (Bron: Joks, 1975).

Belangrijkste motivatie	Aard motivatie	Factor	Effect op snelheid			
			Blijvend	Langzaam afnemend (> jaar)	Snel afnemend (< jaar)	Gering/ Geen
Risico	Financieel/ Sociaal	Voorlichtingcampagnes			X	
		Snelheidslimieten (alg.)		X		
		Strafmaat	X			
		Snelheidsmeter	?	?	?	?
		Politiecontrole: - Tijdens - Na afloop	X		X	
		Snelheidslimietbord Snelheid - feedback	X	X?		
Risico	Schade/ discomfort.	Adviessnelheidsbord	X			
		Verkeersdrempels	X			
		"Rumble"-strips		X?		
		Onregelmatig wegdek				X
		Vrije baanbreedte	X			
		Verhardingsbreedte	X			
		Suggestie wegversmalling				X
		Bogen	X			
		Rijzicht	X			
		Dwarsstrepen			X?	
		Materiaal van obstakel	X			
Info reductie (occlusie)	X					
Risico/ Rijplezier		Extra taken	X			
Tijdwinst		Ritmotief	X			

*) Strafmaat: geringe effectiviteit door factoren buiten verkeerssysteem.

Tabel 10. Overzicht van effectiviteit van verschillende snelheidsbeïnvloedende factoren (Bron: Tenkink, 1988).

Type of speed limit system	Road category	Relative level of speed limit %	Effects on speeds		Effects on accidents	
			Mean speed kmph	Stand. dev. kmph	Person dam. %	Total %
Differentiated	60	35	-2	-2	-10	-10
	80	45	-5	-6	-35	-24
	100	20	-2	-5	-18	-4
	120	5	+2	-2	+6	+8
General 80	60	35	-2	-2	-30	-10
	80	45	-6	-6	-35	-40
	100*	65	-7	-8	-45	-42
	120*	70	-9	-8	-40	-30

*) During the general speed limit 100 and 120 kmph speed limits were lowered to 80 kmph.

Tabel 11. De effecten van snelheidslimieten op snelheden en ongevallen (Bron: Salusjärvi, 1987).

Max. botssnelheid op kruispunt	Max. rijnelheid op 15 m voor kruispunt	Letselernst-klasse
0 km/u	48 km/u	geen ongeval
24 km/u	54 km/u	hoogstens licht letsel
39 km/u	62 km/u	hoogstens matig letsel
52 km/u	71 km/u	hoogstens ernstig letsel

Tabel 12. Relatie tussen maximale botssnelheid op een kruispunt, de rijnelheid op 15 m voor het kruispunt en de letselernstklasse (Bron: Oei, 1988).

Experiment	Rijsnelheid op 15 m voor kruispunt in km/u			
	48	54	62	71
Vooronderzoek	84%	60%	20%	5%
Maatregel 1	79%	50%	15%	2%
Maatregel 2	70%	37%	8%	1%
Maatregel 3	64%	30%	7%	1%

Tabel 13. Percentages voertuigen met snelheid groter dan de aangegeven waarden op 15 m voor het kruispunt (Bron: Oei, 1988).

Experiment	Rijsnelheid op 15 m voor kruispunt in km/u			
	48	54	62	71
Vooronderzoek	0%	0%	0%	0%
Maatregel 1	6%	17%	25%	(60%)*
Maatregel 2	17%	38%	60%	(80%)*
Maatregel 3	24%	50%	65%	(80%)*

* Te kleine aantallen voor verantwoorde berekening.

Tabel 14. Vermindering van het aandeel voertuigen dat boven de aangegeven waarden rijdt (in %) (Bron: Oei, 1988).

Afstand in km	Downstream		Upstream	
	+1.9	+8.5	-1.9	-8.5
Radar(1)	4.4	1.8	2.7	2.2
Radar(2)	7.2	0.5	0.5	0.4
Radar(1)+Motor	5.4	4.3	3.4	3.2
Radar(2)+Motor	6.4	3.0	3.3	3.8

Tabel 15. Vermindering van de gemiddelde snelheid (in km/uur) op 1,9 en 8,5 km voor (upstream) en na (downstream) enkele en dubbele radarcontrole met staandehouding in combinatie met overlappende motorsurveillancetechnieken (Bron: Riedel e.a., 1986).

SURVEILLANCE TECHNIQUES	The Netherlands			Spain			Ireland			Norway			Level of significance
	None	Some	Much	None	Some	Much	None	Some	Much	None	Some	Much	
Speed measurements using radar	2	32	67	30	48	22	10	31	59	10	47	43	.0000
Automatic surveillance of speed Radar/camera - variable spot	72	15	15	60	30	10	93	3	4	80	18	2	.0000
Civilian car equipped with camera	68	15	17	81	13	6	100	0	0	61	30	9	.0000
Devices that measures distance between cars in a queue	95	3	2	94	6	0	100	0	0	73	22	6	.0000 ²⁾
Automatic surveillance of driving through red traffic light	75	16	9	85	11	4	93	6	2	85	12	3	.0007
Surveillance of driving through red traffic light: Un-uniformed	23	56	21	79	16	5	82	14	3	16	56	28	.0000
Surveillance of driving through red traffic light: Uniformed	not asked			27	35	38	not asked			17	49	34	.0066
Marked police car with a camera	92	5	2	73	18	9	98	2	0	77	19	21	.0000
Surveillance of speed: Airplane or helicopter	95	5	1	94	6	0	99	0	0	86	12	1	.0001 ²⁾
General surveillance of traffic: Airplane or helicopter	95	4	1	90	10	0	99	1	0	84	14	2	.0000 ²⁾
Speed measurements: Using fixed distance and stopwatch	89	8	4	63	26	11	94	6	0	not asked			.0000
Traffic observations using unmarked car	9	50	41	60	29	11	35	56	9	2	44	54	.0000 ²⁾
Traffic observations using marked police car	5	22	74	2	8	89	5	30	65	2	26	73	.0000
Automatic surveillance of speed: Radar/camera - fixed spot	64	22	14	55	29	16	90	8	2	76	19	5	.0000
Speed measurements: Other devices (Trafipax, stopwatch etc)	not asked			73	22	6	93	5	2	12	35	53	.0000
Special traffic enforcement programme (STEP)	not asked			21	49	30	75	17	8	4	41	55	.0000
Pursuit in the case of illegal driving	3	46	51	6	36	58	6	59	35	4	54	42	.0000
Surveillance of designated areas (Road blocks)	19	67	14	4	22	74	10	39	51	18	62	21	.0000
Surveillance of alcohol with random breath testing	not asked			not asked			11	38	52	3	36	61	.0070
General alcohol surveillance with electronic devices	not asked			not asked			94	5	1	not asked			Irrelevant

¹⁾ The differences between the countries have been χ^2 tested and the level of significance is referring to this test. The degrees of freedom vary between 3 and 9, depending on the number of countries in which the question in concern have been asked.

²⁾ Several of the cells are empty - or with low frequency (< 5)

Tabel 16. Verdeling ondervraagde politieofficieren naar ervaring met surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

SURVEILLANCE TECHNIQUES	All police officers	The Netherlands	Spain	Ireland	Norway	F-VALUE ²	Level of significance
Speed measurements using radar	5.82	4.98	5.78	5.38	5.57	9.696	.0000
Automatic surveillance of speed: Radar/camera - variable spot	5.53	4.96	6.00	5.45	5.29	18.197	.0000
Civilian car equipped with camera	5.64	4.81	6.17	5.32	5.85	26.123	.0000
Devices that measures distance between cars in a queue	4.08	4.22	4.13	3.52	4.58	11.117	.0000
Automatic surveillance of driving through red traffic light	5.49	5.10	5.72	5.52	5.36	5.340	.0012
Surveillance of driving through red traffic light: Un-uniformed	5.30	4.63	5.51	5.22	5.58	9.807	.0000
Surveillance of driving through red traffic light: Uniformed	5.18	not asked	5.30	not asked	4.98	3.151	.0766
Marked police car with a camera	4.70	4.35	4.78	4.72	4.78	1.714	.1627
Surveillance of speed: Airplane & helicopter	4.37	3.75	4.39	4.14	4.96	9.894	.0000
General surveillance of traffic: Airplane or helicopter	4.78	3.97	5.04	4.70	4.98	9.472	.0000
Speed measurements: Using fixed distance and stopwatch	2.91	2.21	3.28	2.81	not asked	16.915	.0000
Traffic observations using unmarked car	5.29	4.00	5.71	5.40	5.52	28.845	.0000
Traffic observations using marked police car	5.37	5.27	5.50	5.15	5.61	3.638	.0126
Automatic surveillance of speed: Radar/camera - fixed spot	4.88	4.62	4.98	5.05	4.73	2.440	.0633
Speed measurements: Other devices (Trafipax, stopwatch etc)	4.42	not asked	4.44	3.27	5.71	109.147	.0000
Special traffic enforcement programme (STEP)	5.21	not asked	5.38	4.88	5.33	6.578	.0015
Pursuit in the case of illegal driving	4.94	4.05	5.48	5.30	4.29	34.429	.0000
Surveillance of designated areas (Road blocks)	4.88	4.37	4.53	5.55	4.84	21.524	.0000
Surveillance of alcohol with random breath testing	5.93	not asked	not asked	6.19	5.56	26.841	.0070
General alcohol surveillance with electronic devices	Ireland only	not asked	not asked	5.87	not asked	Irrelevant	Irrelevant

1) The differences between the countries have been tested by the application of analysis of variance.

2) The degrees of freedom - (k-1, n-k) (k=number of subgroups and n=number of respondents on each of the violations) vary between (1,392) and (3,777).

Tabel 17. Scores van ondervraagde politieofficieren betreffende efficiency van surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

PROBLEM AREAS	All police officers	The Netherlands	Spain	Ireland	Norway	F-VALUE ²⁾	Level of significance
Equipment deficit - not being able to perform planned tasks	5.72	5.33	5.91	5.73	5.73	4.173	.0061
Equipment is too old and/or unreliable	5.61	5.19	5.82	5.96	5.13	12.511	.0000
Understaffed police force	6.12	5.86	6.28	6.31	5.81	7.529	.0001
Poor economy, unable to perform planned surveillance tasks	5.57	5.64	5.07	5.80	5.96	13.578	.0000
Poor management of surveillance	5.14	5.17	5.28	5.31	4.67	5.248	.0014
The surveillance tasks are too routine, no variation, boring	4.96	4.63	5.37	5.13	4.32	15.933	.0000
Too much central management of the surveillance	4.45	4.06	4.68	4.41	4.46	3.710	.0114
The ideas and the proposals of the police officers not considered	5.44	4.78	5.58	6.05	4.84	26.835	.0000
Surveillance is not as effective as it could be owing to poor management of available resources	5.01	4.95	4.94	5.27	4.82	2.647	.0480
Too many cooperation conflicts between central and local auth.	4.62	4.68	4.84	4.46	4.45	2.166	.0907

1) The differences between the countries have been tested by the application of analysis of variance.

2) The degrees of freedom - (k-1, n-k) (k=number of subgroups and n=number of respondents on each of the violations) vary between (3.767) and (3.775).

Tabel 18. Rangorde en scores van ondervraagde politieofficieren naar belangrijkheid problemen met uitvoering surveillancetechnieken (Bron: Ostvik & Vaa, 1989).

