

WEGMEUBILAIR: VERKEERSVEILIGHEID IN RELATIE TOT ECONOMISCHE  
ASPECTEN

Artikel Verkeerskunde 29 (1978) 6: 286 t/m 290

R-77-26

Ir. F.C. Flury

Voorburg, 1977

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## SAMENVATTING

Bij het verkeersveiligheidsbeleid in Nederland worden maatregelen steeds meer gebaseerd op een kwantitatieve analyse van de effecten en de kosten van die maatregelen. Voor een rationele beslissingsprocedure is het noodzakelijk alle relevante effecten van maatregelen zo objectief mogelijk kwantitatief te bepalen. Het relatieve belang van deze effecten wordt echter bepaald op basis van een subjectief waarde-oordeel.

De verwachte effecten en kosten van maatregelen die betrekking hebben op wegmeubilair, zijn verwerkt in een beslissingsmodel. Dit beslissingsmodel kan gehanteerd worden voor het al dan niet aanbrengen van wegmeubilair (bijvoorbeeld openbare verlichting) op een bepaald weggedeelte. Het kan ook gebruikt worden bij besluitvorming over het constructief wijzigen of het afschermen (bijvoorbeeld met een geleiderailconstructie) van wegmeubilair.

## SUMMARY

Road safety measures in the Netherlands are increasingly based on a quantitative analysis of their cost-effectiveness. It is imperative for a rational decision process that all relevant effects of measures be quantified as objectively as possible. The relative importance of these effects is, however, determined by a subjective value-judgement.

The effects and costs of roadside objects have been built into a decision model. This decision model can be used when deciding whether or not to place roadside objects, such as street lighting, along a particular stretch of road. It can also be used for decisions to modify the construction of roadside objects or to screen them, for example with a guard rail.

Door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV wordt een onderzoek "Obstakels in wegbermen" uitgevoerd, waarin de mogelijkheden worden onderzocht om de zone naast de rijbaan zo veilig mogelijk te maken. Gevaarlijke objecten (zoals palen en bomen) moeten zoveel mogelijk uit de berm geweerd worden. Als ze er echter noodzakelijk zijn, moeten ze zodanig worden ingepast dat ze zo weinig mogelijk risico opleveren voor verkeersdeelnemers die van de weg afraken.

Naast een aantal artikelen en rapporten zijn over dit onderwerp tot nu toe drie SWOV-publikaties verschenen:

1. Obstakels in wegbermen: Literatuurstudie betreffende onderzoek omtrent het gedrag van obstakels bij botsingen.
2. Lichtmasten: Onderzoek naar het gedrag van lichtmasten bij zijdelingse en frontale botsproeven met personenauto's.
3. Gevaren bij het omvallen van lichtmasten: Overwegingen bij het plaatsen van voor personenauto's weinig agressieve lichtmasten.

In de toekomst zal nog een aantal rapporten worden gepubliceerd, waarvan er één zal zijn getiteld:

Obstakelvrije zone: Onderzoek naar de relatie tussen aanrijdingen tegen obstakels langs diverse typen wegen en de laterale afstand van deze obstakels tot de wegrand.

In bijgaand artikel behandelt ir. F.C. Flury een beslissingsmodel dat gehanteerd kan worden voor het al dan niet aanbrengen van wegmeubilair (obstakels die een nuttige functie hebben). Het kan ook gebruikt worden bij besluitvorming over het constructief wijzigen of het afschermen van wegmeubilair. Daarbij zal steeds het effect van een maatregel op de verkeersveiligheid worden afgewogen tegen de economische consequenties ervan. Het artikel is een verkorte versie van het SWOV-rapport "Lichtmasten: Kosten in relatie tot verkeersveiligheid; Een beslissingsmodel." In dit rapport, dat bij de SWOV verkrijgbaar is, werd een uitgebreid voorbeeld opgenomen van de toepassing van het beslissingsmodel bij het aanbrengen van openbare verlichting. Met name is aandacht besteed aan een metho-

logische tekortkoming van het kwantitatieve onderzoek dat tot dusver verricht is naar het effect van openbare verlichting op de verkeersveiligheid. Deze methodologische fout leidde tot een systematische overschatting van het effect.

Het rapport kan, evenals de genoemde publikaties, schriftelijk worden aangevraagd bij:

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV  
Postbus 71, Voorburg.

## 1. INLEIDING

Beslissingen over overheidsmaatregelen worden in Nederland, evenals in vele andere landen, steeds vaker genomen met behulp van wetenschappelijk gefundeerde besluitvormingsprocedures. Er treedt een verschuiving op van subjectieve waarde-oordelen naar objectief meetbare indicatoren die getoetst kunnen worden aan kwantitatieve criteria.

Van de onderzoekprojecten die door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV zijn en worden uitgevoerd ten behoeve van het verkeersveiligheidsbeleid, is een belangrijk deel gericht op de beantwoording van de volgende vragen:

1. Is een bepaalde maatregel die overwogen wordt bevorderlijk voor de verkeersveiligheid?
2. Hoe groot is het effect van een maatregel op de verkeersveiligheid?
3. Welke variant van een bepaald type verkeersveiligheidsmaatregel heeft het meeste effect?

De eerste vraag is kwalitatief, de tweede vraag kwantitatief en de derde vraag tendeeft enigszins naar optimalisering. Zolang echter de voor het verkeersveiligheidsbeleid beschikbare middelen niet bij benadering toereikend zijn om de risico's van het verkeer uit te bannen, is er behoefte aan doelmatiger methoden voor de besluitvorming. Dat betekent dat men zich de vraag moet stellen wat een bepaalde maatregel bijdraagt tot de verkeersveiligheid in verhouding tot de kosten ervan. Op de beantwoording van deze vraag wordt in dit artikel ingegaan. Dat betekent echter niet dat daarmee het subjectieve waarde-oordeel geheel verdwijnt; zeker op het hoogste beleidsniveau is het onmisbaar. Het komt daar bijvoorbeeld tot uitdrukking in de beslissing dat de verkeersonveiligheid maatschappelijk gezien een zo ernstige zaak is, dat een bepaald deel van de gemeenschapsmiddelen voor de bestrijding ervan aangewend dient te worden.

Er bestaat tot dusver geen universele norm waaruit afgeleid kan worden welk deel van de gemeenschapsmiddelen aan een bepaald specifiek doel toegewezen moet worden. Indien echter een bepaald budget aan het verkeersveiligheidsbeleid is toegewezen, kan de eis gesteld worden dat dit zo wordt gebruikt, dat met elke andere wijze van besteden de verkeersveiligheid minder is gediend. Het is mogelijk een besluitvormingsprocedure te ontwikkelen waarbij, althans in theorie, aan deze eis voldaan wordt (Flury, 1972 en 1974). Daarbij wordt elke feitelijke mogelijkheid van vrije keuze uitgesloten. Immers, maatregelen die per bestede gulden meer tot de verkeersveiligheid bijdragen, worden automatisch verkozen boven andere maatregelen. Maatregelen die per bestede gulden een gelijke bijdrage tot de verkeersveiligheid geven, worden collectief verkozen of verworpen. In het onwaarschijnlijke geval dat de budgettaire limiet binnen een dergelijke groep maatregelen valt, is de keus uit veiligheidsoverwegingen niet relevant. In de praktijk zal een dergelijke optimale besluitvorming niet gerealiseerd kunnen worden, omdat op het moment van de beslissing voor veel maatregelen de kosten slechts bij benadering bekend zijn. Hetzelfde geldt voor het effect op de verkeersveiligheid, dat vaak alleen qua orde van grootte bekend is en soms zelfs alleen kwalitatief (d.w.z. dat alleen bekend is of een maatregel gunstig of ongunstig zal werken). In die gevallen zal het pas achteraf blijken wanneer een deel van de gestelde prioriteiten niet optimaal was. Dit zal minder voorkomen naarmate betrouwbaarder en nauwkeuriger gegevens bekend zijn over kosten en effecten van maatregelen.

Een ander aspect is, dat de meeste maatregelen niet uitsluitend van invloed zijn op de verkeersveiligheid maar ook andere maatschappelijke grootheden gunstig of ongunstig beïnvloeden. De verschillende effecten moeten dan tegen elkaar afgewogen worden, zodat van een specifiek verkeersveiligheidsbeleid in de praktijk zelden sprake zal zijn. Veeleer zal er sprake zijn van een algemeen vervoers- en verkeersbeleid waarin de verkeersveiligheid een belangrijk criterium vormt. Op het hoogste beleidsniveau zal

zelfs vaak sprake zijn van een integraal ruimtelijke orderings-  
beleid, waarvan het vervoers- en verkeersbeleid als essentiële  
functie deel uitmaakt.

## 2. BOTSINGEN MET WEGMEUBILAIR EN DE GEVOLGEN ERVAN

Een belangrijke categorie verkeersongevallen zijn de botsingen met vaste voorwerpen, obstakels. Een speciale categorie obstakels wordt gevormd door het wegmeubilair; dit wordt gewoonlijk langs de wegen geplaatst met de bedoeling de verkeersafwikkeling of de verkeersveiligheid te bevorderen. Bij beslissingen over het aanbrengen van wegmeubilair dient het nut van de primaire functie afgewogen te worden tegen het nadeel van verhoogd risico indien op die plaats een voertuig van de weg afraakt. Bij botsingen tegen obstakels kan door maatregelen een vermindering van de kans op letsel en van de ernst van letsel bereikt worden.

In het algemeen zal het verloop van een botsing met een obstakel, de kans op het ontstaan van letsel daarbij en de aard en de ernst van het letsel van een groot aantal factoren afhangen. De lichamelijke letsels die tijdens de botsing ontstaan, worden bepaald door de grootte en de verdeling van de inwendige en uitwendige belastingen op het lichaam van de verkeersdeelnemer en door zijn incasseringsvermogen (human tolerance): de lichamelijke conditie, de bouw en structuur van het lichaam en de mechanische eigenschappen van weefsels. De belastingen waaraan het lichaam tijdens de botsing onderworpen wordt, worden bepaald door de bewegingstoestand van verkeersdeelnemer en voertuig bij het begin van de botsing, door de vorm en structuur van obstakel en voertuig en door het mechanisch gedrag van het obstakel tijdens de botsing. Een uitvoeriger beschouwing hierover is te vinden in SWOV (1976).

In de complexe gebeurtenis die een botsing is, kan op tal van manieren worden ingegrepen om het verloop en de afloop van de botsing te beïnvloeden. De maatregelen die vermindering van de kans op letsel of de ernst ervan tot doel hebben, kunnen onderscheiden worden in een aantal categoriën. Men kan bijvoorbeeld



denken aan maatregelen die gericht zijn op de combinatie van mens en voertuig, op het obstakel, of op beide.

### 2.1. Maatregelen gericht op mens en voertuig

Door gezondheidszorg, doelmatige voeding en lichaams oefeningen kan de lichamelijke conditie verbeterd worden. Dit leidt vermoedelijk tot een vergroting van het incasseringsvermogen. Daarover is echter weinig bekend.

De meeste maatregelen zijn gericht op het verminderen van de belasting die tijdens een botsing op het lichaam van de verkeersdeelnemer inwerken.

Door bekleding of "pantsering" van het lichaam kan een gunstiger verdeling van de belastingen op het lichaam bereikt worden. Voorbeelden daarvan zijn helmen voor motorrijders en bromfietzers en ook de leren kleding die door veel motorrijders gedragen wordt. Een gunstiger verdeling van de belasting op het lichaam wordt eveneens bevorderd door het vermijden van scherpe uitstekende delen aan en in het voertuig en door het gebruik van autogordels. Deze gordels hebben de functie om belastingen op het lichaam die onvermijdelijk zijn, te laten inwerken op de minst kwetsbare delen van het lichaam.

De grootte van de belastingen tijdens de botsing kan gereduceerd worden door het voertuig van kreukelzones te voorzien, waardoor een langere afremweg ontstaat en de optredende vertragingen kleiner worden.

### 2.2. Maatregelen gericht op het wijzigen van obstakels

Een verlenging van de afremweg en een vermindering van vertragingen en de daarmee samenhangende belastingen kan ook bereikt worden door obstakels te verwijderen, constructief te wijzigen of af te schermen. Verwijdering van een obstakel is in veel gevallen het meest effectief. Het uit de koers geraakte voertuig krijgt dan in het algemeen meer ruimte ter beschikking om zonder bot-

sing weer in de juiste koers of tot stilstand te komen. Vaak echter komt deze maatregel niet in aanmerking, omdat het obstakel een nuttige of onmisbare functie vervult. In een aantal gevallen kunnen obstakels zo geconstrueerd worden dat zij bij een botsing gemakkelijk vervormen en daardoor maar betrekkelijk kleine belastingen op het botsende voertuig uitoefenen. Indien constructieve wijzigingen aan het obstakel zelf onvoldoende effect sorteren, kan een botsing met het obstakel verhinderd worden door het achter een beveiligingsconstructie te plaatsen die zo is ontworpen dat een botsing daarmee het kleinst mogelijke risico oplevert. Deze maatregel wordt eveneens toegepast om andersoortige risico's te vermijden.

Langs de Nederlandse wegen komt een grote verscheidenheid van obstakels voor. Ten dele bevinden deze zich op particulier terrein maar vaak zo dicht bij de weg dat een uit de koers geraakte verkeersdeelnemer daarmee in botsing kan komen. Op de aanwezigheid en constructie van deze obstakels heeft de overheid zelden vat. Anders is het met de obstakels die zich bevinden op gebied dat tot de openbare weg behoort. De meest voorkomende soorten van deze obstakels zijn:

- bomen
- lichtmasten
- verkeersborden
- bewegwijzeringsborden
- praatpalen
- verkeersgeleiders
- kilometer- en hectometerpalen
- taluds en sloten
- geleiderailconstructies
- verkeerslichteninstallaties
- wachthuisjes bij bushaltes

De drie genoemde categoriën maatregelen die op de obstakels zelf betrekking hebben - verwijdering, constructieve aanpassing of

afscherming door beveiligingsconstructies - zijn niet op alle obstakels toepasbaar. Zijn zij wel toepasbaar, dan heeft men vaak de keus uit meerdere maatregelen. Bomen kunnen gekapt worden of afgeschermd worden door beveiligingsconstructies (constructieve wijzigingen van deze obstakels zelf zijn - voor zover bekend - nooit overwogen!). Wel wordt bij de keuze van de beplanting met het botsingsgevaar rekening gehouden. Lichtmasten, verkeersborden, bewegwijzeringsborden en verkeerslichten vervullen een nuttige en vaak noodzakelijke functie langs de weg, veelal ook uit een oogpunt van verkeersveiligheid. De essentiële component wordt bijna altijd op palen gemonteerd. Constructieve wijzigingen van het obstakel ter vermindering van het risico bij botsingen blijken over het algemeen gunstige resultaten op te leveren bij niet te zware constructies. Vaak is er dan keuze uit verschillende constructieve oplossingen. Bij zeer zware obstakels zullen wijzigingen van het obstakel zelf doorgaans niet het gewenste effect opleveren, zodat dan afscherming door middel van een geleiderail of andere beveiligingsconstructie voor de hand ligt.

### 3. BESLUITVORMINGSPROCEDURE

In het algemeen heeft de wegbeheerder de beschikking over één of meer categorieën maatregelen ter vermindering van het risico bij botsingen tegen obstakels. Vaak is er binnen een bepaalde categorie maatregelen nog weer keuze uit verschillende uitvoeringsvormen of constructieve oplossingen. Ook wanneer er slechts één geschikte maatregel is ter bestrijding van de botsingsrisico's, heeft de wegbeheerder nog keus. De betreffende maatregel kan geaccepteerd of afgewezen worden.

Bij de desbetreffende beslissingen spelen niet alleen het veiligheidsaspect en de kosten een rol. De invloed van de maatregel op de mate waarin het obstakel zijn primaire functie vervult, moet mede in de beoordeling betrokken worden.

Behalve het risico in geval van een botsing kan een obstakel nog andere gunstige of ongunstige neveneffecten hebben. Ook de mate waarin deze veranderen als gevolg van een maatregel dienen in het beslissingsproces verwerkt te worden. Objecten langs de weg kunnen bijvoorbeeld van invloed zijn op de informatie die de weggebruiker krijgt over het verloop van de weg, over het overige verkeer en over de geldende gedragsregels. Deze informatie kan van belang zijn voor het verkeersgedrag, met name het manoeuvregedrag en de routekeuze. Bovendien beïnvloeden de objecten het wegbeeld in esthetisch of landschappelijk opzicht.

Voor een rationele beslissingsprocedure is het noodzakelijk alle relevante effecten van maatregelen zo objectief mogelijk kwantitatief te bepalen. Het relatieve belang van deze effecten, voor zover zij ongelijksoortig zijn, wordt bepaald op basis van een subjectief waarde-oordeel.

#### 3.1. Het beslissingsmodel

Ten aanzien van overheidsmaatregelen zijn drie typen beslissingen te onderscheiden:

1. De aanvaarding of de verwerping van een bepaalde maatregel.
2. De voorkeur voor een bepaalde maatregel boven alternatieve mogelijkheden.
3. De selectie van een deelverzameling uit een grotere verzameling mogelijke maatregelen.

Bij beslissingen over afzonderlijke maatregelen kan elke beslissingsregel op analoge wijze geformuleerd worden, namelijk:

"Tot de maatregel  $M_i$  wordt besloten, indien voldaan is aan de voorwaarde  $V_i$ ".

De voorwaarde is gewoonlijk uit te drukken in een ongelijkheid van de vorm:

$$Q_i > Q_0 \quad (1)$$

waarin  $Q_i$  een kwaliteitskenmerk van de maatregel  $M_i$  voorstelt en  $Q_0$  een ondergrens voor dit kenmerk.

Bij ondernemingen met winstoogmerk worden tal van beslissingen genomen over maatregelen of projecten waarbij het enige of het doorslaggevende kwaliteitskenmerk bestaat uit het boekhoudkundig saldo. De beslissingsvoorwaarde is dan:

$$S_i = B_i - K_i > 0 \quad (2)$$

waarin  $S_i$  het saldo is van de baten  $B_i$  en de kosten  $K_i$ . De beslissingsvoorwaarde kan ook op twee andere manieren geformuleerd worden:

$$B_i > K_i \quad \text{of: } B_i / K_i > 1 \quad (3)$$

De laatste schrijfwijze is alleen equivalent met de andere formules indien  $K_i > 0$  is. Voor een doelmatige besluitvorming is het noodzakelijk, dat men op het moment van de beslissing de kosten en de baten van de betreffende maatregel kent of tenminste beschikt over een zo betrouwbaar mogelijke prognose van kosten en baten.

De techniek die in de beleidsvoorbereiding wordt gehanteerd om tot een dergelijke prognose te komen, heet kosten-baten-analyse. Bij de overheid komen op alle bestuursniveaus tal van beslissingen voor waarbij het economisch belang overheerst. In zulke gevallen kan dezelfde beslissingsregel op basis van een kosten-baten-analyse worden toegepast.

De overheid draagt echter ook de verantwoordelijkheid voor het bevorderen van het algemeen welzijn (bijvoorbeeld door middel van de gezondheidszorg) en voor het bestrijden van een maatschappelijk kwaad als de verkeersonveiligheid. In dergelijke gevallen is een beleidsvoorbereiding door middel van kosten-baten-analyse ontoereikend.

Bij maatregelen ter bevordering van de verkeersveiligheid blijft een beschouwing van de financieel-economische consequenties noodzakelijk. Er moet echter meer gedaan worden. De beslissingsvoorwaarde dient gebaseerd te worden op de vraag of de waarde die wordt toegekend aan de verkregen resultaten (de verbetering van de gezondheidstoestand respectievelijk de vermindering van de verkeersrisico's), opweegt tegen de waarde die wordt toegekend aan de offers en inspanningen die nodig zijn voor de verwezenlijking van de maatregel. De beleidsvoorbereiding dient dan ook kwantitatieve informatie op te leveren over het resultaat van de maatregel ten aanzien van de doelstelling. In concreto dient bij verkeersveiligheidsmaatregelen de analyse ten minste informatie te verschaffen over het aantal verkeersslachtoffers dat gespaard kan worden als resultaat van een maatregel. Omdat velen de term baten exclusief wensen te reserveren voor de economische baten is het nuttig in dergelijke gevallen niet te spreken van kosten-baten-analyse maar bijvoorbeeld van kostenveiligheidsanalyse of meer algemeen van effecten-kosten-analyse. In het eenvoudigste geval is er buiten de financiële consequenties van de maatregel slechts één andere consequentie. Voor het verwezenlijken van een maatregel  $M_i$  moeten bepaalde kosten  $K_i$  gemaakt worden. De maatregel heeft ten aanzien van het gestelde doel (verkeersveiligheid) een bepaald resultaat (vermindering

van slachtoffers met een aantal  $R_i$ ). De besparing op het aantal slachtoffers heeft ook economisch nut in de vorm van besparing op kosten voor medische behandeling, besparing op arbeidsongeschiktheid enzovoorts.

De baten kunnen worden uitgedrukt als produkt van de gemiddelde economische schade per slachtoffer  $B$  en het aantal bespaarde slachtoffers.

$$B_i = \beta \cdot R_i \quad (4)$$

De kosten van verwezenlijking van de maatregel kunnen worden opgevat als brutokosten. De brutokosten, verminderd met de baten, kunnen worden opgevat als nettokosten  $N_i$ :

$$N_i = K_i - B_i \quad (5)$$

De beslissingsvoorwaarde voor het verkeersveiligheidsbeleid kan nu zó geformuleerd worden dat de besparing aan slachtoffers in verhouding tot de nettokosten een bepaalde waarde overtreft:

$$R_i / N_i > q \quad (6)$$

Deze uitdrukking geldt ook weer uitsluitend indien  $N_i > 0$ . De algemeen geldige beslissingsvoorwaarde is:

$$R_i > qN_i \quad \text{of:} \quad R_i - qN_i > 0 \quad (7)$$

De vergelijkingen (4), (5) en (7) kunnen worden samengevoegd tot de uitdrukking:

$$R_i > q(K_i - \beta \cdot R_i) \quad (8)$$

Behalve in formules kunnen de beslissingsvoorwaarden (2) en (7) ook grafisch worden weergegeven. Beslissingsvoorwaarde (2) is grafisch weergegeven in de afbeeldingen 1a en 1b. Beide afbeel-

dingen geven identieke informatie, maar afbeelding 1b is geschikter om een groot aantal maatregelen in één diagram weer te geven. Beslissingsvoorwaarde (7) is grafisch weergegeven in afbeelding 2. Maatregelen waarover volgens de beslissingsvoorwaarden gunstig wordt beslist, worden voorgesteld door een punt dat:

- in afbeelding 1a rechts van het nulpunt ligt;
- in afbeelding 1b rechts boven de lijn  $B = K$  ligt;
- in afbeelding 2 rechts boven de lijn  $R = qN$  ligt.

Beslissingen over de keuze van één maatregel uit een aantal alternatieven kan in principe op dezelfde beslissingsvoorwaarden gebaseerd worden. Deze dienen dan toegepast te worden op de verschillen tussen twee maatregelen wat betreft hun kosten en baten of wat betreft hun nettokosten en resultaten. Eén van de maatregelen zal in het algemeen een betere blijken dan de andere. De meest doelmatige van beide maatregelen wordt vergeleken met een andere mogelijke maatregel. Deze procedure wordt herhaald tot de optimale keus bepaald is. Bij zo'n reeks vergelijkingen dient altijd ook de mogelijkheid van niets doen overwogen te worden: de zogenaamde nulmaatregel, die niets kost en niets oplevert.

Beslissingen over de selectie van een deelverzameling maatregelen uit een grotere verzameling mogelijke maatregelen zijn in wezen gelijk aan die van het vorige geval. Er bestaat slechts dit verschil, dat verzamelingen maatregelen met elkaar vergeleken worden in plaats van afzonderlijke maatregelen.

De beschreven beslissingsvoorwaarden kunnen uitgebreid worden met een willekeurig aantal dimensies naarmate de te beoordelen maatregelen meer ongelijksoortige, maatschappelijk relevante grootheden beïnvloeden.

Indien een maatregel  $M_i$  van invloed is op een aantal welzijnsaspecten, bijvoorbeeld verkeersveiligheid, mobiliteit en landschappelijk schoon, dan kan de beslissingsregel (8) toegepast worden op het effect van de maatregel ten aanzien van het alge-



meen welzijn. Het resultaat  $R_i$  van de maatregel met betrekking tot het algemeen welzijn kan dan worden opgevat als gewogen som van de resultaten van de maatregel ten aanzien van de welzijnscomponenten verkeersveiligheid ( $R_{vi}$ ), mobiliteit ( $R_{mi}$ ) en landschappelijk schoon ( $R_{li}$ ). De beslissingsregel voor maatregelen met een meervoudige uitwerking wordt gevonden door in (8) te substitueren:

$$R_i = \phi \cdot R_{vi} + \mu \cdot R_{mi} + \lambda \cdot R_{li} \quad (9)$$

waarin  $\phi$ ,  $\mu$  en  $\lambda$  de bijbehorende weegfactoren zijn.

### 3.2. Praktische toepassing van het beslissingsmodel

De in paragraaf 3.1. beschreven beslissingsregel (8) op basis van de verhouding tussen resultaten en nettokosten kan in praktijk worden gebracht, indien voldoende ervaringsgegevens en/of theoretische kennis beschikbaar zijn om een prognose te maken van de kosten, de resultaten en de baten van de te beoordelen maatregelen. Bovendien moet een beleidsoordeel bekend zijn over een ondergrens ( $q$ ) voor de beslissingsvoorwaarden. Omdat de beslissingsregel een recente ontwikkeling is, is een dergelijk beleidsoordeel nog niet expliciet gemaakt. Het zit echter wel impliciet in beslissingen die over maatregelen van vergelijkbare aard genomen zijn. In principe kan op die basis de ondergrens berekend worden, indien de overige grootheden in de beslissingsvoorwaarde voor de betreffende maatregelen kwantitatief bekend zijn.

Bij de registratie van verkeersongevallen worden in Nederland voor diverse categorieën verkeersdeelnemers onder andere de aantallen ongevallen met obstakels en de daarbij opgetreden letsels vermeld. In de processen-verbaal van de politie over dergelijke ongevallen worden vaak nadere details gegeven over de aard van het obstakel. Deze gegevens werden echter tot voor kort door het CBS niet verwerkt. Uit routinematig verwerkte gegevens kon dus niet worden vastgesteld hoe het risico van botsingen

met obstakels over de diverse typen obstakels verdeeld was en van welke factoren de grootte van dat risico afhankelijk was.

Voor zover kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn, zijn deze gebaseerd op een vrij beperkte hoeveelheid ongevallen, waardoor de uitkomsten weinig nauwkeurig zijn en zeker niet generaliseerbaar. De Verkeersongevallenregistratie (VOR) te Heerlen biedt wel de mogelijkheid om een verdere uitsplitsing te maken, maar de benodigde gegevens zijn op dit moment nog niet in voldoende hoeveelheden beschikbaar. Voorlopig zal gewerkt moeten worden met informatie die uit andere bronnen afkomstig is, met name met gegevens die speciaal ten behoeve van evaluatie-onderzoek verzameld zijn.

Bij de vraag of een bepaald gedeelte van het wegennet voorzien moet worden van een bepaald soort wegmeubilair, zijn de volgende gegevens van belang:

1. De kosten, zowel voor het installeren als voor onderhoud en eventueel bediening, stroomvoorziening enzovoort.
2. De resultaten die verband houden met de beoogde functie.
3. De economische baten die verband houden met de beoogde functie.
4. De resultaten die verband houden met niet beoogde neveneffecten.
5. De economische baten of schaden die verband houden met niet beoogde neveneffecten.

De onder 1, 3 en 5 genoemde economische aspecten zijn betrekkelijk eenvoudig tegen elkaar af te wegen. Uiteraard zijn eenmalige investeringen en jaarlijks terugkerende onkosten van bedrijf en onderhoud niet zonder meer bij elkaar op te tellen. Eenmalige investeringen kunnen echter geïnterpreteerd worden als jaarlijkse kosten van renteverlies. Omgekeerd kunnen jaarlijkse kosten en baten worden gekapitaliseerd, dat wil zeggen: ze kunnen worden uitgedrukt in het kapitaal dat moet worden gereserveerd om de jaarlijkse kosten uit de rente te kunnen bestrijden óf ze kunnen worden uitgedrukt in het kapitaal dat een rente oplevert die gelijk is aan de jaarlijkse baten.

Met de resultaten die onder 2 en 4 genoemd zijn, wordt de maat-

schappelijke invloed van een bepaald soort wegmeubilair bedoeld die niet economisch waardeerbaar is. Bijvoorbeeld de invloed op de verkeersveiligheid, de mobiliteit, het reiscomfort, de geluids-overlast, de luchtverontreiniging en landschappelijke aspecten. Voor de besluitvorming is de aard en de omvang van een dergelijke maatschappelijke invloed van wezenlijk belang, en niet zozeer of deze beoogd werd dan wel als onbedoeld neveneffect optreedt. De onbedoelde neveneffecten worden hier afzonderlijk vermeld omdat de praktijk leert, dat deze gemakkelijk over het hoofd gezien worden of tenminste sterk onderschat worden. In het verleden is dit met name het geval geweest ten aanzien van het risico van de obstakelwerking van vele soorten wegmeubilair. Wanneer verkeersdeelnemers van de weg afraken, kunnen zij namelijk tegen wegmeubilair botsen. Het risico hiervan dient bij de beslissing over het al dan niet aanbrengen van wegmeubilair afgewogen te worden tegen het functionele nut. In de volgende twee voorbeelden worden de ongunstige neveneffecten aangegeven van twee maatregelen die tot doel hebben de verkeersveiligheid te bevorderen.

De primaire functie van geleiderailconstructies in de middenberm is te verhinderen dat voertuigen die van de weg raken, de middenberm doorkruisen en op de weghelft voor het tegemoetkomend verkeer frontaal botsen met een tegenligger. Dit zeer ernstige type ongeval overkwam slechts een klein deel van de voertuigen die van de weg raakten. Het merendeel bleef in de middenberm steken en kon zonder of met beperkte schade zijn reis voortzetten. Voor deze laatste groep verkeersdeelnemers is de kans op schade door aanrijding met de geleiderailconstructie aanmerkelijk toegenomen. Tegenover een vermindering van het aantal zeer ernstige ongevallen staat dus een veel grotere toename van het aantal minder ernstige ongevallen.

Een belangrijk - en in veel gevallen het enige - motief voor het aanbrengen van openbare verlichting is de bevordering van de verkeersveiligheid bij duisternis door verbetering van de waarneembaarheid van de weg en het zich daarop bevindende verkeer. Tegelijkertijd echter ontstaat voor verkeersdeelnemers die van de weg af-

raken het risico van een botsing met een lichtmast. Ook in dit geval dienen bij de besluitvorming gunstige en ongunstige invloeden op de verkeersveiligheid tegen elkaar te worden afgewogen.

In beide voorbeelden zijn van de beschouwde maatregel gunstige en ongunstige effecten met betrekking tot de verkeersveiligheid en de financiële gevolgen te verwachten. Bij de beoordeling van de beschouwde maatregel dient het totale resultaat van deze tegengestelde effecten bepalend te zijn voor de besluitvorming. Mogelijke uitkomsten van een volledige analyse van de gevolgen van een verkeersveiligheidsmaatregel zijn grafisch weergegeven in afbeelding 3.

De kosten van de maatregel bedragen  $K$ . Het beoogde effect  $D$  bestaat uit een toename van de verkeersveiligheid  $V_D$  en het daarmee samenhangende economische profijt  $B_D$ .

Als neveneffect  $N$  wordt een risicofactor, dus een afname van de verkeersveiligheid  $V_N$ , ende daarmee samenhangende economische schade  $B_N$  geïntroduceerd.

In afbeelding 3 zijn de zes principieel verschillende mogelijke uitkomsten  $R$  weergegeven.

De uitkomsten  $R_I$ ,  $R_{IIa}$  en  $R_{IVa}$  voldoen aan de norm  $V - q_V K > 0$

De uitkomsten  $R_{IIb}$ ,  $R_{III}$  en  $R_{IVb}$  voldoen niet aan de norm.

Wanneer de ongunstige neveneffecten van een maatregel zo groot kunnen worden dat ze bij de besluitvorming niet te verwaarlozen zijn, kan niet meer volstaan worden met een globale raming van effecten en kosten. In dat geval dient het beslissingsproces gebaseerd te worden op betrouwbare en nauwkeurige kwantitatieve gegevens.

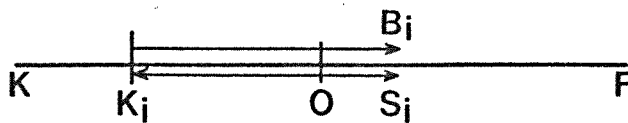
LITERATUUR

Flury, F.C. The benefit-cost relationship as the basic criterion for decisions. Preprint 11th International Study Week in Traffic Engineering and Safety, Brussels, 18-23 September 1972; Theme III: Principles governing the choice of road safety measures OTA, 1972.

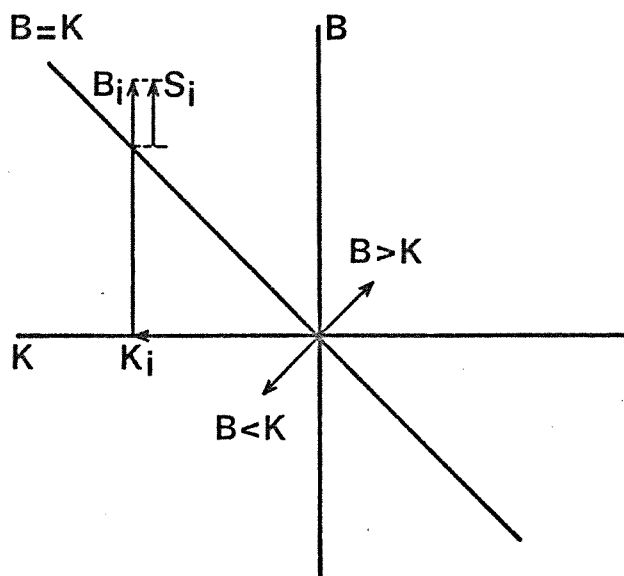
Flury, F.C.; Een beslissingsmodel voor beleidsmaatregelen. In: Intertraffic 1974 "Beheerst verkeer" - RAI, 1974

SWOV (C.C. Schoon). Lichtmasten. Onderzoek naar het gedrag van lichtmasten bij zijdelingse en frontale botsproeven met lichtmasten. Publikatie 1976-6N. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, 1976.

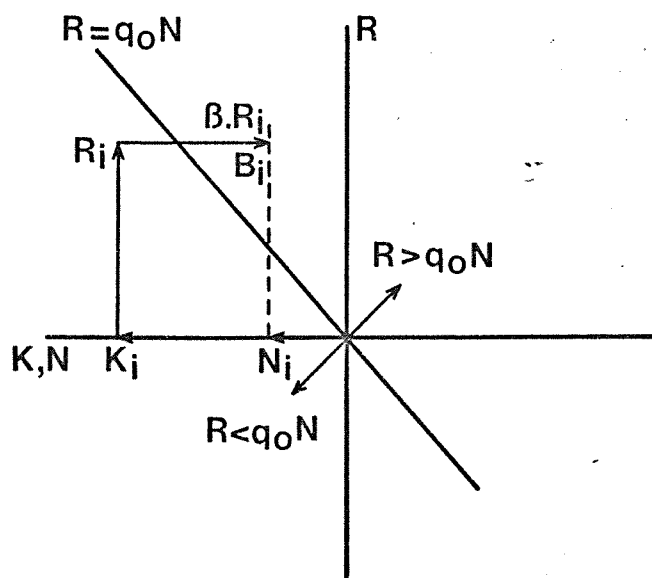
a.)



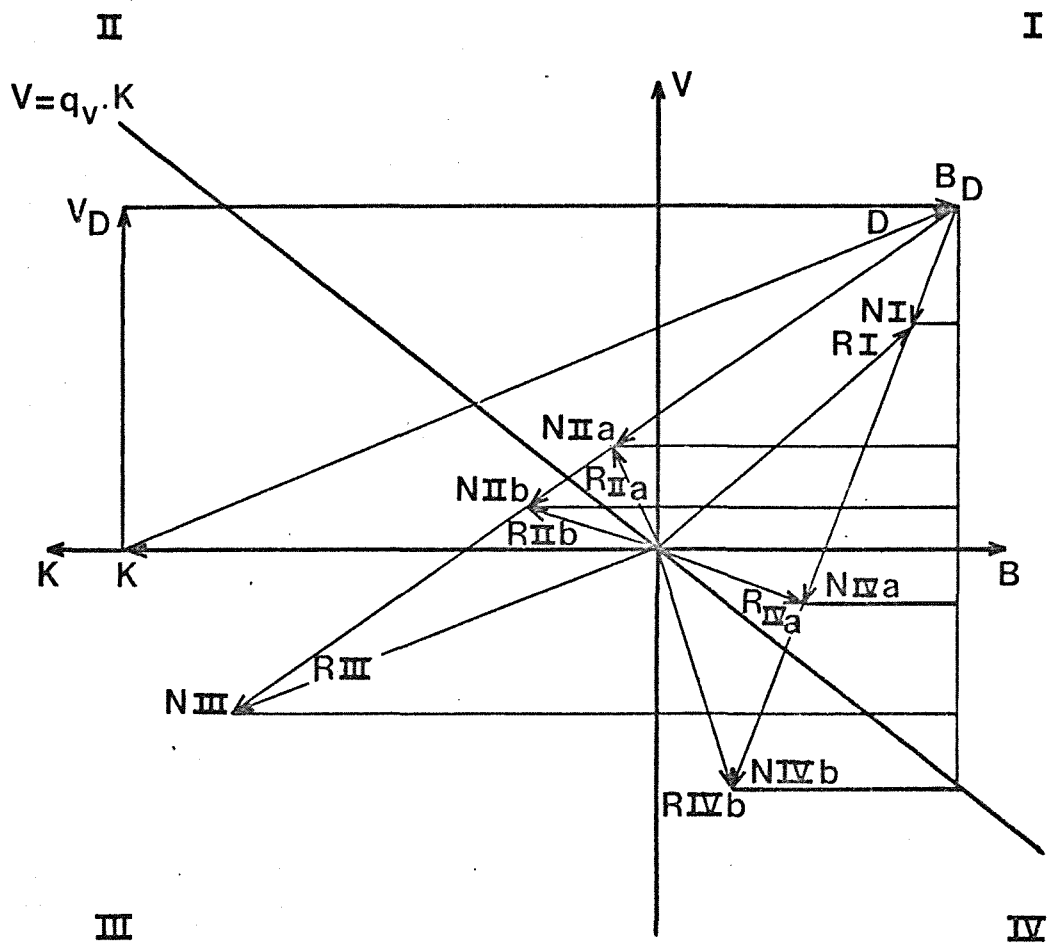
b.)



Afbeelding 1. De beslissingsvoorwaarde op basis van kosten en baten.



Afbeelding 2. De beslissingsvoorwaarde op basis van effecten op de verkeersveiligheid en van kosten en baten.



Afbeelding 3. Mogelijke uitkomsten van een volledige analyse van voor- en nadelen van een verkeersveiligheidsmaatregel.