

RISICO-ANALYSE VAN HET WEGVERKEER

R-79-41

Ir. F.C. Flury

Voorburg, 1979

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## 1. INLEIDING

Risico-analyse kan worden omschreven als het hanteren van analyse-technieken tot het kwantificeren van risico's.

Risico-analyse kan worden toegespitst op de risico's voor een individu, een groep, dan wel de samenleving in zijn totaliteit.

Risico-analyse kan betrekking hebben op de risico's die inherent zijn aan een gegeven situatie, dan wel op de risico's die voortvloeien uit bepaalde activiteiten, maatregelen, projecten en ondernemingen.

Een belangrijk toepassingsgebied van de risico-analyse is de beleidsvorbereiding, die ten doel heeft alle relevante consequenties van een maatregel, project enz. zo goed mogelijk te voorspellen. In de eerste plaats is voor de besluitvorming van belang de mate waarin een maatregel bijdraagt tot verwezenlijking van beleidsdoelstellingen welke met die maatregelen worden beoogd, in verhouding tot de middelen (geld, mankracht, energie, grondstoffen) die voor de verwezenlijking vereist zijn. Vaak hebben maatregelen een aantal neveneffecten, sommige gunstig, andere ongunstig. Risico's vallen onder deze laatste categorie.

Herhaaldelijk blijkt dat neveneffecten van maatregelen en projecten een zodanig gewicht toegemeten krijgen dat beslissingen daarvoor doorslaggevend beïnvloed kunnen worden.

Het negeren of onderwaarderen van neveneffecten van maatregelen in de besluitvorming leidt tot beslissingen die niet optimaal tegemoet komen aan de behoeften van individu of gemeenschap. Het overwaarderen van neveneffecten leidt evenmin tot een optimale besluitvorming.

Het is daarom van belang de risico-analyse in te passen in een evenwichtig opgezet integraal beleidsvorbereidingsprogramma.

## 2. HET RISICO BEGRIP

De begripsvorming in de risico-analyse schijnt overwegend te stammen uit de chemische en nucleaire industrie.

Rond de risico's van het wegverkeer heeft zich een analoog begrippenkader ontwikkeld onder een eigen nomenclatuur.

Het centrale begrip van de risico-analyse is uiteraard het begrip: "risico". Vrij algemeen wordt onderkend dat "risico" twee duidelijk te onderscheiden componenten omvat:

1. Het aantal malen dat de mogelijkheid van een gebeurtenis met schadelijk gevolgen manifest wordt.
2. De omvang van de bij zo'n gebeurtenis ontstane schade in de ruimste zin.

In de verkeersongevallenstatistiek komt dit tot uitdrukking in de kwantificering van de verkeersonveiligheid als het aantal ongevallen gedifferentieerd naar ongevalsernst.

In de literatuur over risico-analyse wordt deze tweeledigheid weergegeven door de formule:

$$\text{risico} = \text{kans} \times \text{gevolg} \quad (1)$$

Deze formule brengt tot uitdrukking dat tien ongevallen met één slachtoffer even zwaar wegen als één ongeval met tien slachtoffers. De term kans brengt tot uitdrukking dat bij het manifest worden van risico's toevalselementen een rol spelen.

Er is echter geen sprake van een kans in de betekenis die daaraan gegeven wordt in de waarschijnlijkheidsrekening, nl. synoniem met waarschijnlijkheid. Kans is dus een dimensieloos getal in het interval (0,1).

Het in formule (1) gehanteerde kansbegrip is niet dimensieloos, maar heeft de betekenis van een te verwachten aantal ongevallen per tijdseenheid in het beschouwde gebied.

Door de tijdeenheid en/of het beschouwde gebied voldoende klein te kiezen kan worden bereikt dat de "kans" (zeer veel) kleiner dan één wordt.

Het risicobegrip is blijkbaar, ondanks de door de formule gesuggereerde exactheid, nog niet erg nauwkeurig gedefinieerd.

De vergelijkbaarheid van risico's in verschillende gebieden van menselijke activiteiten zal mede daardoor voorlopig nog vrij gering zijn.

### 3. VERKEERSONVEILIGHEID

In het wegverkeer neemt het begrip verkeersonveiligheid de functie van het begrip risico in. Beide begrippen zijn echter niet synoniem. Het begrip onveiligheid is zelfs niet consistent binnen het gebied van het wegverkeer. De inhoud van het begrip kan sterk variëren met het doel waarvoor het gebruikt wordt.

#### 3.1. De verkeersonveiligheid in een gebied

De omvang van de verkeersonveiligheid in een gebied (een land, provincie of gemeente) kan worden uitgedrukt in het aantal verkeersongevallen dat zich in het beschouwde gebied per tijdeenheid (gewoonlijk per jaar) voordoet, in het aantal slachtoffers dat daarbij veroorzaakt wordt en in het aantal mensen dat daardoor de dood vindt. Belangrijke aspecten zijn ook de sociale en economische gevolgen van de verkeersongevallen. Dergelijke gegevens geven globaal inzicht in de benodigde capaciteit voor eerste hulp, ambulance, ziekenhuizen, revalidatie en sociale zorg. Er is echter niet uit af te leiden welke preventieve maatregelen geëigend zijn. Zelfs voor het vergelijken van de verkeersonveiligheid van verschillende gebieden is meer informatie nodig. In het algemeen worden indicatoren voor de verkeersonveiligheid voor specifieke doeleinden verkregen als quotient van de omvang van de verkeersonveiligheid en een indicator voor de vervoersprestatie.

#### 3.2. De verkeersonveiligheid van landen

Voor de vergelijking van de verkeersonveiligheid in verschillende landen is het jaarlijkse aantal ongevallen, slachtoffers of doden geen bruikbare maatstaf. Grote landen (landen met een grote vervoersprestatie) zouden onveiliger zijn dan kleine landen. Voor de hand ligt om de omvang van de verkeersonveiligheid te relateren aan de vervoersprestatie. In veel landen wordt deze echter niet geregistreerd. Het is te verwachten dat de meeste menselijke activiteiten, en zo ook de vervoersprestatie, vrij sterk cor-

releren met het bevolkingstotaal, dat voor de meeste landen nauwkeurig bekend is. Ook het aantal verkeersdoden wordt in de meeste landen vrij nauwkeurig bijgehouden. De registratie van overige slachtoffers en verkeersongevallen is veel minder betrouwbaar.

Een gangbare vergelijkingsmaatstaf is daarom: "het jaarlijkse aantal verkeersdoden in verhouding tot de bevolking".

Tegen deze maatstaf pleit dat de vervoersprestatie en dus ook de verkeersonveiligheid sterk samenhangen met de komst van het motorvoertuig en met name de massamotorisering. Deze overweging heeft geleid tot de ontwikkeling van een tweede vergelijkingsmaatstaf nl.: "het jaarlijkse aantal verkeersdoden in verhouding tot het motorvoertuigenpark".

Beide maatstaven zijn gelijkwaardig (identiek op een constante na) bij het vergelijken van landen met een gelijke motoriseringsgraad. De vervoersprestatie in een land wordt echter door beide factoren te zamen bepaald en bij vergelijking van landen met een sterk uiteenlopende motoriseringsgraad zullen dan ook beide grootheden in de vergelijkingsmaatstaf dienen voor te komen.

Er ontstaat dan een uitdrukking voor de landelijke verkeersonveiligheid  $\Omega$  van de vorm

$$\Omega = \gamma \frac{D}{V^\lambda P^{1-\lambda}} \quad (2)$$

Waarin

D = jaarlijks aantal verkeersdoden

V = motorvoertuigenpark

P = populatie

$\lambda, \gamma$  = parameters die empirisch te bepalen zijn

In de praktijk is gevonden dat over een groot aantal landen verzamelde data de volgende parameterwaarden opleveren:

$$\lambda = 1/3, \gamma = 3 \cdot 10^{-4}$$

De spreiding blijkt echter toch nog vrij groot.

### 3.3. De verkeersonveiligheid van een weggedeelte

In de praktijk hebben wegbeheerders ervaren dat verkeersongevallen op bepaalde weggedeelten (black spots) systematisch meer voorkomen dan op andere weggedeelten. Vooral is dit het geval met weggedeelten waar de weg een discontinuïteit vertoont. Voorbeelden daarvan zijn kruispunten, horizontale en verticale bogen, wegversmallingen en kunstwerken.

Als vergelijkingsmaatstaf kan hier gebruikt worden het jaarlijkse aantal verkeersongevallen, slachtoffers of doden per hectometer weglengte.

Aangezien het aantal verkeersongevallen ook sterk correleert met de verkeersintensiteit, is deze maatstaf voor de verkeersonveiligheid slechts bruikbaar voor de vergelijking van gedeelten van dezelfde weg of van wegen met gelijke intensiteiten.

### 3.4. De verkeersonveiligheid van wegen

Bij wegen met grote verschillen in verkeersintensiteit is vergelijking op basis van jaarlijkse aantallen ongevallen, slachtoffers of doden per hectometer weg weinig zinvol gebleken. Een betere vergelijkingsmaatstaf is dan het aantal ongevallen, slachtoffers of doden per miljoen of per honderd miljoen voertuigkilometers. Voor wegen en weggedeelten met gelijke intensiteit is deze maatstaf op een constante na identiek met de vorige en dus eveneens bruikbaar als indicator voor "black spots".

Het aantal ongevallen per miljoen voertuigkilometers werd vroeger de ongevallenkans genoemd. Omdat er geen sprake is van een kans in de zin van de waarschijnlijkheidsrekening wordt tegenwoordig de term ongevallenquotient gebruikt.

### 3.5. De onveiligheid van vervoermiddelen

De vervoermiddelen waarmee mensen zich plegen te verplaatsen blijken in verschillende mate onveilig te zijn, met andere woorden, het risico waarmee de reiziger geconfronteerd wordt hangt af van het vervoermiddel dat hij kiest.

De meest geschikte maatstaf voor het vergelijken van de onveiligheid van de verschillende vervoermiddelen is het aantal slachtoffers of verkeersdoden per miljoen of per honderd miljoen reizigerskilometers. Overeenkomstig deze maatstaf beïnvloedt de reiziger het risico dat hij bij een bepaalde verplaatsing loopt door de keuze van zijn vervoermiddel.

Evenzo kan de overheid door de vervoermiddelkeus te beïnvloeden de totale verkeersonveiligheid beïnvloeden.

Niet alleen verschillen tussen de soorten vervoermiddelen kunnen volgens deze maatstaf onderscheiden worden. Ook verschillen tussen typen motorvoertuigen (gewichtklassen, stuurkarakteristieken, enz.) en tussen typen tweewielers kunnen op deze wijze worden onderscheiden.

### 3.6. De onveiligheid van de verkeersdeelnemer

Verschillende categorieën van de bevolking zijn in ongelijke mate bij verkeersongevallen betrokken. Voor een deel kan dit samenhangen met het feit dat verschillende bevolkingsgroepen een verschillend verplaatsingspatroon hebben, voor een ander deel met het feit dat verschillende groepen van verschillende vervoermiddelen gebruik maken. Mogelijk bestaan er ook bevolkingsgroepen die meer dan gemiddeld ongevalsvatbaar zijn.

De meeste bevolkingsgroepen weten (buiten de eigen groep) met betrekking tot de verkeersonveiligheid wel een zondebok aan te wijzen. Onderzoekers hebben tot dusver de brokkenmaker nog niet kunnen indentificeren.

Voor de individuele onveiligheid van de verkeersdeelnemer kan als maatstaf dienen het aantal ongevallen waarin hij per miljoen door hem afgelegde reizigerskilometers betrokken raakt.



#### 4. HET VERKEERSVEILIGHEIDSBELEID

Er zijn twee fundamentele beslissingen vereist om te komen tot een verkeersveiligheidsbeleid.

1. Het bevorderen van de verkeersveiligheid (het bestrijden van de verkeersonveiligheid) dient te zijn aangemerkt als beleidsdoelstelling.
2. Voor de verwezenlijking van maatregelen ter bevordering van de verkeersveiligheid dient een gedeelte van de algemene middelen (geld, mankracht, ruimte, grondstoffen, energie) te zijn beschikbaar gesteld.

De uitvoering van het verkeersveiligheidsbeleid is bovendien onderworpen aan een meer algemene beleidsdoelstelling, nl. "Een zo doelmatig mogelijk besteding van de beschikbare middelen".

De praktische implicatie van deze beleidsuitgangspunten is dat in het algemeen de voorkeur gegeven moet worden aan die maatregelen die in verhouding tot de benodigde middelen de grootste reductie van de verkeersonveiligheid opleveren.

Uit beleidsuitspraken met betrekking tot de verkeersveiligheid is duidelijk dat aan het voorkómen van verkeersongevallen wel een zeker belang toegekend wordt. Primair is het beleid gericht op het sparen van mensenlevens en het voorkómen van letsel. Blijkbaar geldt voor het verkeersveiligheidsbeleid het jaarlijkse aantal slachtoffers als maatstaf voor de verkeersonveiligheid.

De doelstellingen van het verkeersveiligheidsbeleid kunnen in een betrekkelijk eenvoudige beslissingsregel worden uitgedrukt.

Voor een bepaalde maatregel  $M_i$  is:

$K_i$  : de jaarlijkse brutokosten voor realisering van  $M_i$

$R_{si}$  : de reductie van het jaarlijkse aantal verkeersslachtoffers ten gevolge van  $M_i$

$\beta_s$  : de economische schade die per verkeersslachtoffer gemiddeld ontstaat

$B_i$  : de economische baten ten gevolge van  $M_i$

$N_i$  : de jaarlijkse nettokosten ten gevolge van  $M_i$

$$B_i = \beta_s \cdot R_{si} \quad (3)$$

$$N_i = K_i - B_i = K_i - \beta_s \cdot R_{si} \quad (4)$$

Behalve de besparing aan economische schade is er per gespaard slachtoffer ook een besparing aan menselijk leed en andere sociale schade. Hoewel niet duidelijk is hoe dergelijke schadecomponenten gekwantificeerd moeten worden, is het een aanvaardbare veronderstelling dat de bespaarde niet-economische schade evenredig is met het aantal gespaarde slachtoffers.

De consequenties van een maatregel  $M_i$  kunnen dan grafisch worden weergegeven (zie Afbeelding 1).

Het is mogelijk dat de economische baten van een maatregel de kosten overtreffen. Indien een maatregel zowel economisch als maatschappelijk gunstig is, is er geen wezenlijk beslissingsprobleem. Indien de kosten de economische baten overtreffen, is de maatregel blijkbaar economisch ongunstig. Indien de beschouwde maatregel maatschappelijk gunstig is, dient er een beslissingsnorm gehanteerd te worden. Deze kan worden uitgedrukt in de formule

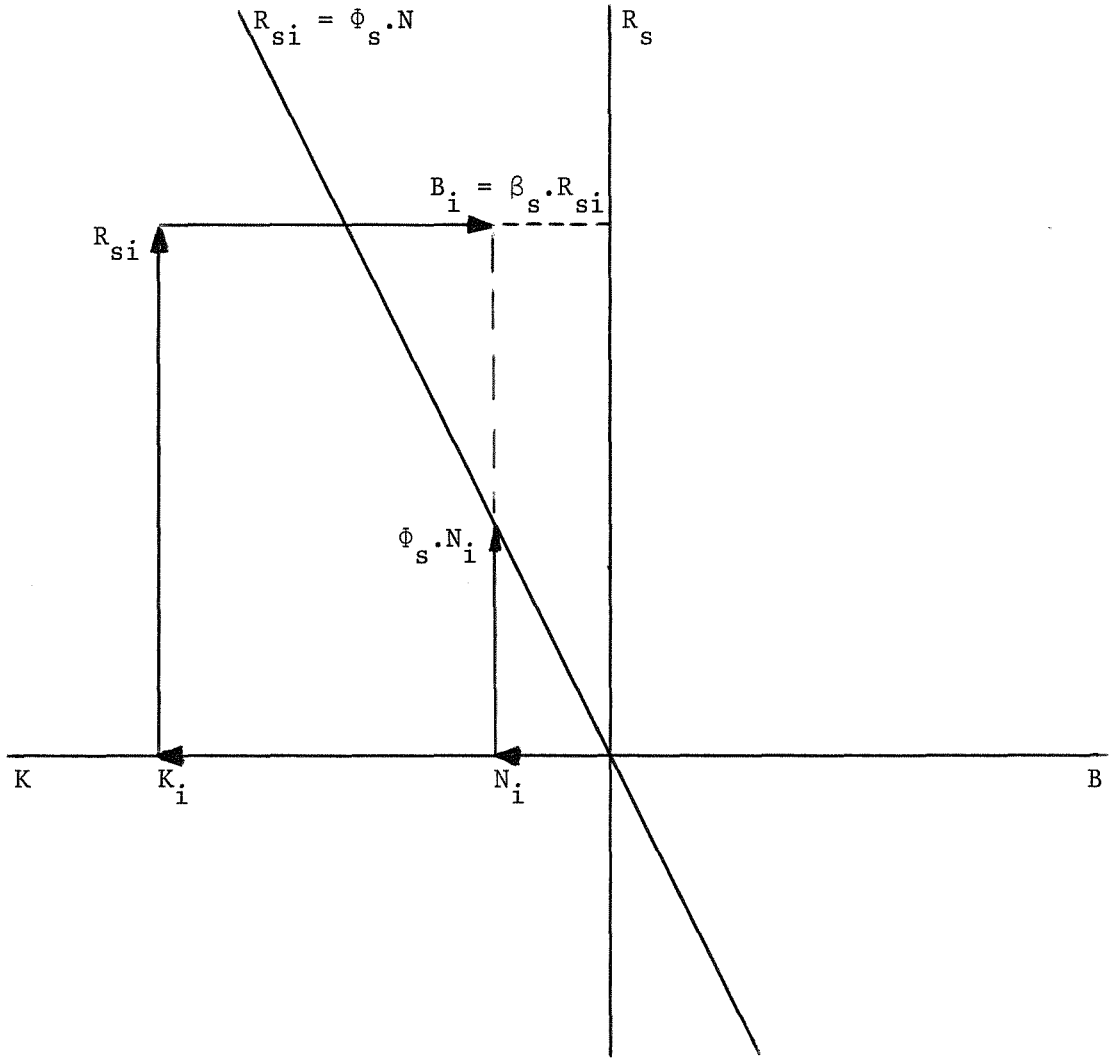
$$R_{si} > \phi_s \left\{ k_i - \beta_s \cdot R_{si} \right\} \quad (5)$$

De relatieve voorkeur voor  $M_i$  boven  $M_j$  kan gebaseerd worden op de beslissingsregel

$$\frac{R_{si}}{K_i - \beta_s R_{si}} > \frac{R_{sj}}{K_j - \beta_s R_{sj}} \quad (6)$$

Veel maatregelen zijn geen specifieke verkeersveiligheidsmaatregelen maar algemene verkeers- en vervoersmaatregelen, waarbij meerdere beleidsdoelstellingen worden beïnvloed. In dat geval dient het verkeersveiligheidsbeleid geïntegreerd in het verkeers- en vervoersbeleid te worden beschouwd. Daarbij kan een beslissingsregel worden gehanteerd van de vorm

$$D \sum_{d=1} \left\{ \frac{1}{\phi_d} + \beta_d \right\} R_{di} \geq K_i \quad (7)$$



Afbeelding 1. Grafische weergave van de consequentie van een maatregel  $M_i$