

VERKEERSONVEILIGHEID: PRODUKT VAN MOBILITEIT EN RISICO

R-91-45

Ir. F.C.Flury

Leidschendam, 1991

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

SAMENVATTING

Alle mobiliteit gaat gepaard met risico, de kans voor verkeersdeelnemers om in ongevallen betrokken te raken en daarbij schade en letsel op te lopen. Verkeersonveiligheid en de daaruit voortvloeiende nadelige gevolgen zijn op te vatten als een produkt van mobiliteit en risico.

Maatregelen gericht op de verkeersveiligheid zijn veelal gericht op het verminderen van risico's. Veel van die maatregelen beïnvloeden echter ook de mobiliteit. Wanneer bij de evaluatie niet gelet wordt op veranderingen van de mobiliteit worden ten aanzien van de effectiviteit onjuiste conclusies getrokken.

Een beleid gericht op verandering van de mobiliteit kan in veel gevallen ook het globale risico beïnvloeden, hetzij door een verplaatsing van verkeer naar routes met een ander risiconiveau, hetzij door de keuze van andere vervoerwijzen met een ander risico. Een beleid gericht op vermindering van de automobiliteit zou kunnen leiden tot de keuze van vervoerwijzen met een groter risico en aldus een ongunstig effect op de verkeersveiligheid kunnen veroorzaken.

Het verkeersveiligheidsbeleid is gedisaggregeerd door delegatie van taken naar tal van instanties op verschillende bestuurlijke niveaus. Maatregelen worden gericht op specifieke groepen verkeersdeelnemers.

De taakstellingen zijn bovendien gekwantificeerd.

Kwantitatief onderzoek naar risico en mobiliteit dient tenminste in de zelfde mate te worden gedisaggregeerd in het bijzonder ten behoeve van de evaluatie van maatregelen en van de taakstellingen van het beleid.

INHOUD

1. Inleiding

1.1. Algemeen

1.2. Subjectief risico

1.3. Objectief risico

2. Verkeersonveiligheid

2.1. Algemeen

2.2. Verkeersonveiligheid gedisaggregeerd

2.3. Keuze van kwantificeringsmaten voor de verkeersonveiligheid

3. Mobiliteit

3.1. Algemeen

3.2. Verplaatsingspatronen

3.3. Verandering van mobiliteit

3.4. Kwantificering van de mobiliteit

4. Risico

5. Onveiligheid en schade

6. Beïnvloeden van de mobiliteit

INLEIDING

1.1. Algemeen

In de ontwikkeling van de verkeersonveiligheid in Nederland na de tweede wereldoorlog zijn twee perioden te onderscheiden, te weten:

- de periode 1945 t/m 1973, waarin een sterke groei van de mobiliteit samengaat met een sterke groei van de verkeersonveiligheid, gemeten in absolute aantallen geregistreerde ongevallen en slachtoffers;
- de periode 1974 t/m 1991, waarin een verdere groei van de mobiliteit samengaat met een sterke afname van de aantallen geregistreerde gewonden, in het bijzonder de dodelijk gewonden en de gewonden opgenomen in ziekenhuizen.

In de eerste periode nemen de aantallen ongevallen en slachtoffers toe ondanks inspanningen tot het terugdringen van de verkeersonveiligheid. In die tijd ontstonden modellen van de verkeersonveiligheid van de vorm: "Hoe meer verkeer, hoe meer ongevallen en slachtoffers." Ook ontstonden toen vergelijkingscriteria voor de onveiligheid van landen en kleinere geografische eenheden zoals regio's steden en dorpen, maar ook van elementen van het wegennet zoals wegen, kruispunten, bijzondere situaties etc. De verklaring werd vooral gezocht in de toenemende massamotorisering en automobiliteit, zoals onder andere tot uitdrukking komt in het model van Smeed, dat voor de vergelijking van de verkeersonveiligheid in verschillende landen een relatie legt tussen jaarlijkse aantallen ongevallen, de bevolkingsomvang en het motorvoertuigenpark. Mobiliteitsgegevens waren slechts zeer beperkt beschikbaar.

Ook voor het vergelijken van de verkeersonveiligheid van wegen werden modellen van vergelijkbare vorm ontwikkeld, waarbij de jaarlijkse aantallen ongevallen werden herleid tot een produkt van een ongevallenquotiënt (accident rate) en het voertuigkilometrage, en de aantallen slachtoffers tot een produkt van een letselquotiënt (injury rate) of dodenquotiënt (fatality rate) en het aantal reizigerskilometers. Deze quotiënten bleken een goede basis voor de vergelijking van wegen van gelijke typen, maar met verschillende lengten en verkeersintensiteiten.

Echter bleek wel dat de toename van aantallen ongevallen en slachtoffers beduidend minder was dan de toename van de automobiliteit. De frequentie van ongevallen per voertuigkilometer daalde. De relatieve kans om bij een ongeval betrokken te raken nam af. Deze ontwikkeling leidde tot de invoer

ring van het begrip "risico". De onveiligheid (in aantallen ongevallen of slachtoffers) werd opgevat als produkt van een risicomaat en een mobiliteitsmaat. Door de toeneming van de mobiliteit kwamen de inspanningen voor de verkeersveiligheid nog niet tot uitdrukking in de absolute verkeersonveiligheid, maar wel in het risico ofwel de relatieve verkeersonveiligheid. Daarmee werd het vertrouwen in de effectiviteit van het verkeersveiligheidsbeleid weer enigszins hersteld.

Omstreeks 1974 is er in de meeste landen met een hoge motoriseringsgraad een omslag opgetreden in de ontwikkeling van de verkeersonveiligheid. In deze periode gaat de jaarlijkse procentuele daling van het risico in het verkeer dan overheersen ten opzichte van de nog steeds voortgaande groei van de automobiliteit. Ook in Nederland gebeurde dat. Afgezien van enkele incidentele stijgingen ten opzichte van het voorgaande jaar is er sprake van een vrijwel monotone daling van de geregistreerde aantallen doden en gewonden in het verkeer gedurende de gehele tweede periode. Het eerste meerjarenplan voor de verkeersveiligheid, het MPV 1987-1991 kon dan ook de ondertitel meekrijgen: "Meer kilometers, minder ongelukken." Daaruit spreekt de verwachting dat door een verkeersveiligheidsbeleid gericht op handhaving van een verhoudingsgewijs sterkere daling van het risico ondanks de te voorziene verdere stijging van de mobiliteit in komende decennia een verdere terugdringing van de absolute onveiligheid mogelijk zou zijn. Deze verwachting werd in een kwantitatieve vorm uitgedrukt in de "-25%"-taakstelling van het MPV voor het jaar 2000.

In het dagelijkse spraakgebruik is de betekenis van begrippen als mobiliteit, risico en verkeersonveiligheid doorgaans wel duidelijk. Zodra men ze voor beleidsdoeleinden of ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek wil operationaliseren en kwantificeren blijkt dat er geen eenduidige algemeen aanvaarde definities bestaan, die door de hele vakwereld op dezelfde manier gehanteerd worden.

Voor het verkeersveiligheidsbeleid is van belang dat de veiligheid kan worden bevorderd door beïnvloeding van de mobiliteit en door vermindering van het risico.

Waar het de mobiliteit betreft gaat het zowel om het personenvervoer als om het goederenvervoer, en zowel om het wegvervoer als om interacties met het rail- en watervervoer. Het luchtvervoer kan voor de beïnvloeding van de binnenlandse mobiliteit in Nederland nauwelijks een rol spelen.

In het risico-onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen "subjectief risico", waaronder verstaan wordt de mate waarin het risico door betrokkenen wordt ervaren, en "objectief risico" dat los van betrokken risicodragers kan worden vastgesteld op basis van theoretische overwegingen of op grond van empirische gegevens.

In dit rapport wordt beoogd te komen tot een keuze van het begrip objectief risico, die voldoet aan actuele behoeften van beleid en onderzoek. Voor het beleid is actueel dat taakstellingen voor de verkeersveiligheid zijn geformuleerd in termen van procentuele verminderingen van jaarlijkse aantallen ongevallen en slachtoffers. Van belang is voorts dat in toenemende mate beleid ontwikkeld wordt ter beïnvloeding van de mobiliteit, vooral gericht op vermindering (of althans verminderde groei) van de automobiliteit, door verschuivingen naar andere verplaatsingswijzen, of door afremming/vermindering van de verplaatsingsbehoeften.

Voor het onderzoek is van belang dat in toenemende mate op beleidsvragen een kwantitatief antwoord verlangd zal worden. In het bijzonder ten aanzien van de evaluatie van maatregelen zal gevraagd worden naar het effect in termen van reductie van aantallen ongevallen en slachtoffers.

Ten aanzien van voorgenomen maatregelen zal het beleid kwantitatieve uitspraken verlangen over de daarvan te verwachten effecten. Daarvoor zal een evaluatie ex ante vereist zijn op basis van prognosemodellen.

Ten aanzien van maatregelen die zijn uitgevoerd zal het beleid een kwantitatief antwoord verwachten op de vraag of de effecten daarvan met de doelstellingen overeenstemmen. Daarvoor zal een kwantitatieve evaluatie ex post vereist zijn, bij voorbeeld op basis van een controlled experiment. De definitie van het objectieve risico als quotiënt van onveiligheid (uitgedrukt in aantallen ongevallen of slachtoffers of de daarmee samenhangende schade) en de mobiliteit (uitgedrukt in aantallen ritten, verplaatsingen, voertuigkilometers of reizigerskilometers), resulteert in een scheiding van de effecten van het verkeersveiligheidsbeleid en het mobiliteitsbeleid, en leidt tot een gemakkelijk hanteerbaar prognosemodel:

"onveiligheid = risico * mobiliteit" ten behoeve van de evaluatie ex ante.

Ook voor het meer fundamentele onderzoek dat de basis moet verschaffen voor de evaluatie van specifieke maatregelen, is de scheiding tussen risico en mobiliteit dan noodzakelijk.

1.2. Subjectief risico

Onderzocht wordt in welke mate bevolkingsgroepen zich bedreigd voelen door een verscheidenheid van risicogenererende verschijnselen en situaties. Proefpersonen worden ondervraagd naar hun oordeel betreffende de risico's bij het deelnemen aan maatschappelijke activiteiten als werken in diverse beroepen, het beoefenen van sporten, het deelnemen aan het verkeer met verschillende vervoerwijzen, de risico's ten gevolge van het gebruik van verschillende voedingsstoffen en genotmiddelen als tabak, alcohol en drugs, en de risico's ten gevolge van het verkeren in verschillende situaties als het wonen in de nabijheid van chemische industrieën, kerncentrales en soortgelijke bedrijven. Deze subjectieve risico's worden dan gerangordend naar de mate waarin ze als bedreigend ervaren worden.

1.3. Objectief risico

In de theoretische benadering van het risico wordt kwalitatief nagegaan op welke wijzen een systeem en de processen die daarin plaatsvinden kunnen falen, hetzij door technische gebreken in het systeem of door onregelmatigheden in de processen hetzij door fouten in de bediening. Vervolgens wordt getracht voor elke faalwijze de kans vast te stellen dat deze optreedt en wat daarvan de schadelijke gevolgen zijn. Als volgende stap wordt berekend hoe groot de kans is op schadelijke gevolgen van een bepaalde omvang als gevolg van alle mogelijke faalwijzen te zamen. Tenslotte wordt beoordeeld of de risico's aanvaardbaar klein zijn in verhouding tot de voordelen die het systeem biedt.

Deze benadering is gebruikelijk in de risico-analyse van systemen die grote schade kunnen veroorzaken indien zij falen, maar die dat uiterst zelden doen, waardoor een statistische analyse van manifeste risico's niet tot de mogelijkheden behoort.

In de empirische benadering van het risico wordt geregistreerd wat de omvang is van de activiteiten die in een systeem plaats vinden, en welke risico's manifest worden, d.w.z. welke ongevallen plaats vinden en welke schadelijke gevolgen daaruit voortvloeien. In deze statistisch empirische benadering is risico een afgeleide grootte die niet rechtstreeks kan worden geregistreerd of gemeten, maar wordt berekend uit de omvang van de betreffende activiteiten en de daaruit resulterende schadelijke gevolgen. Deze benadering is bruikbaar bij systemen zoals het verkeerssysteem, die zich door grote aantallen ongevallen lenen voor statistische analyse.

2. VERKEERSONVEILIGHEID

2.1. Algemeen

Zodra men wil komen tot operationele definities met mogelijkheden voor kwantificering, blijkt verkeersonveiligheid een complex begrip te zijn waarvan niet alle aspecten door één variabele kunnen worden gedekt. Het verkeersveiligheidsbeleid is van oudsher niet alleen gericht op de vermindering van de jaarlijkse aantallen ongevallen, maar ook op vermindering van de ernst daarvan. Dit laatste aspect houdt met name in vermindering van aantallen slachtoffers, meer in het bijzonder van het aantal ernstig gewonden, ziekenhuisopnamen en verkeersdoden, maar ook vermindering van de materiële schade ten gevolge van mechanisch geweld bij botsingen, terwijl ook de immateriële schade verband houdend met het niet deelnemen aan maatschappelijke activiteiten vanwege de risico's waardoor men zich in het verkeer bedreigd voelt, in het verkeersveiligheidsbeleid een rol kan spelen.

Kwantificering van de verkeersonveiligheid is in principe relatief eenvoudig voor wat betreft de aantallen ongevallen. Deze zijn aftelbaar. Een praktisch probleem vormt de mate van onderrapportage in de registratie. De ernst van ongevallen is veel moeilijker kwantificeerbaar, vooral als het gaat om de vergelijking van ongevallen met letsel, met fatale afloop of met uitsluitend materiële schade. Voor deze laatste categorie is er doorgaans geen bezwaar tegen om de schade in een geldmaat uit te drukken. Waar het betreft letsel, in het bijzonder ernstig en fataal letsel is de vertaling van schade in geld slechts ten dele zinnig. De gevolgen van langdurig en blijvend functieverlies kunnen voor de betrokkenen en voor hun omgeving maatschappelijk zeer ingrijpend zijn, ook als de financiële consequenties daarvan wel worden opgevangen. Deze immateriële schade, waarvan verondersteld mag worden dat ze sterk geassocieerd is met het subjectieve risico, is vooralsnog moeilijk kwantificeerbaar, en kan eerder in de politieke dan in de ambtelijke besluitvorming een rol spelen.

2.2. Verkeersonveiligheid gedisaggregeerd

De best gekwantificeerde maten voor de verkeersonveiligheid zijn voorts de jaarlijkse aantallen ongevallen en slachtoffers, gedifferentieerd naar de groepen verkeersdoden, gewonden opgenomen in ziekenhuizen, en

overige gewonden. Met deze driedeling is enigermate tegemoet gekomen aan de behoefte om de ernst van ongevallen en letsel te kwantificeren. In de verkeersongevallenregistratie zijn de betreffende gegevens bovendien gedisaggregeerd naar een groot aantal kenmerken, zoals tijd, plaats, vervoerswijze van betrokkenen, type ongeval, omgeving, licht, zicht- en weersomstandigheden.

Het beleid en de besluitvorming ten aanzien van de verkeersonveiligheid zijn eveneens gedisaggregeerd, primair overeenkomstig de taken en verantwoordelijkheden van de betrokken instanties en instellingen, i.c. de wegbeheerders van rijk, provincies en gemeenten, politie en justitie, de hulpverleningsorganisaties en instellingen op educatief gebied. Verdere disaggregatie vindt plaats naar de mate waarin deze organisaties deeltaken onderscheiden. Het is wenselijk het verkeersveiligheidsonderzoek op overeenkomstige wijze te disaggregeren.

Verkeerswetgeving heeft een landelijk karakter, maar is in vele onderdelen toegespitst op bepaalde categorieën weggebruikers, gedifferentieerd naar wijze van vervoer. Educatieve inspanningen ter bevordering van adequaat verkeersgedrag zijn vaak gericht op specifieke groepen weggebruikers, ook weer gedifferentieerd naar wijze van verkeersdeelname, en in veel gevallen ook naar leeftijdsgroepen.

Disaggregatie van de maten voor de verkeersonveiligheid naar elk van deze categorieën kan bevorderlijk zijn voor een optimaal effectieve beoordeling van en besluitvorming over verkeersveiligheidsmaatregelen.

Disaggregatie is niet onbeperkt mogelijk in verband met de wijze waarop ongevallengegevens worden verzameld, en ook niet onbeperkt zinvol wanneer de aantallen gevallen te klein worden voor betrouwbare statistische verwerking. Daarbij speelt ook een rol dat de onderrapportage van ongevallen zeer kan verschillen voor verschillende categorieën.

2.3. Keuze van kwantificeringsmaten voor de verkeersonveiligheid

Zolang het verkeersveiligheidsbeleid slechts kwalitatief geformuleerd was kon onder omstandigheden volstaan worden met een kwalitatieve evaluatie van verkeersveiligheidsmaatregelen, al verdiende kwantitatieve evaluatie ook onder die omstandigheden de voorkeur. Nu in de meerjarenplannen voor de verkeersveiligheid een kwantitatieve taakstelling van het beleid is geformuleerd als planmatige vermindering van aantallen ongevallen en slachtoffers, dienen maatregelen ook in die termen geëvalueerd te worden.

Een eerste vereiste daarvoor is dat de onveiligheid en de effecten van maatregelen daarop worden uitgedrukt in aantallen ongevallen en slachtoffers, voor zover mogelijk gedisaggregeerd overeenkomstig de werking van de maatregel.

3. MOBILITEIT

3.1. Algemeen

Evenals verkeersonveiligheid is ook mobiliteit een complex begrip dat veelal niet zonder bezwaar middels één enkele variabele gekwantificeerd kan worden.

Aan de term mobiliteit is een verscheidenheid van begrippen gekoppeld. Gemeenschappelijk is de associatie met vervoer, of met een complex van (feitelijke of potentiële) verplaatsingen van personen en goederen. Voorlopig kan de term worden gereserveerd voor de algemene globale aanduiding van het aandachtsgebied, en kan de aandacht gericht worden op variabelen die kenmerken van vervoer en verplaatsingen beschrijven en op de relaties tussen die variabelen.

Aard en omvang van de verplaatsingen zijn fundamentele onderzoekobjecten. De bedoeling van het vervoersbeleid is de bestrijding van schadelijke bijwerkingen van de vervoerssystemen voor mens en milieu (overbelasting van delen van het wegennet, stagnatie daardoor, hinderlijke effecten als lawaai, trillingen en stank, verbruik van energie, verontreiniging door verbrandingsproducten, rubber, kunststoffen, zware metalen, schroot en andere afvalstoffen, verkeersonveiligheid). De eventuele aantasting van verplaatsingsmogelijkheden voor personen en goederen moet daarbij binnen aanvaardbare grenzen blijven.

Een aantal onderscheidingen die ten aanzien van de mobiliteit gemaakt kunnen worden zijn uit een oogpunt van beleid en onderzoek van belang. Afgezien van een enkel kapstokartikel zijn er geen geboden of verboden die permanent, over het gehele wegennet of voor alle verkeersdeelnemers gelden. Het mobiliteitsbeleid is in sterke mate gedisaggregeerd.

Om een informatiebank ten behoeve van optimale besluitvorming te kunnen verschaffen, is het voor het mobiliteitsonderzoek noodzakelijk om tenminste in de zelfde mate te disaggregeren als in het mobiliteitsbeleid het geval is.

1. Op elk aggregatieniveau kan onderscheiden worden tussen vraag, aanbod en gebruik (vervoersbehoefte, vervoerscapaciteit en vervoersactiviteit). Het is van belang dit onderscheid te maken op landelijk, regionaal en lokaal niveau, over verschillende delen van het wegennet en over de seizoenen, de dagen van de week en de uren van de dag. De feitelijke vervoersactiviteit kan de vervoerscapaciteit niet te boven gaan, de vervoers-

behoefden wel. Het komt vaak voor dat de etmaalcapaciteit van een vervoerssysteem (infrastructuur en vervoersmiddelen) de vervoersbehoefden per etmaal ruimschoots overtreft, maar de spitsuurcapaciteit ten opzichte van de vervoersbehoefden in het spitsuur volkomen ontoereikend is. Afhankelijk van de weersgesteldheid kunnen in de zomer de wegen naar de kust overbelast zijn op weekeinddagen, terwijl over de gehele week of zelfs over een etmaal beschouwd de capaciteit toereikend is.

2. In het vervoerbedrijf is voor wat betreft de aard van de verplaatsingen in het wegvervoer primair onderscheid gemaakt naar vervoersobject, dus tussen personenvervoer en goederenvervoer. De vervoermiddelen moeten voor beide vervoersdoelstellingen gewoonlijk zeer verschillend ingericht zijn. Voor het vervoer van kleinere goederen kunnen personenauto's gebruikt worden, maar meestal zijn die dan van extra laadmogelijkheden voorzien. Het vervoerbeleid, dat er in toenemende mate op gericht lijkt te zijn om de mobiliteit op de openbare weg te verminderen, of althans de groei daarvan af te remmen, laat voor het personenvervoer en het goederenvervoer in de besluitvorming verschillende overwegingen gelden, die onder meer verband houden met de oordeelsvorming over de noodzaak van bepaalde vervoersactiviteiten en de maatschappelijke of economisch aanvaardbaarheid van het opleggen van bepaalde beperkingen. Deze oordeelsvorming vindt slechts ten dele in het bestuurlijke vlak plaats mede op grond van algemene politieke doelstellingen en binnen de beperking van beschikbare middelen. De beweegredenen van belanghebbenden vertegenwoordigen tenminste een gelijkwaardig belang in de oordeelsvorming.

3. Voor wat betreft de vervoerstechnologie is onderscheid te maken naar het medium waardoor of waarover het vervoer plaats vindt, te weten lucht, water, rail en weg, en het voer-, vaar- of vliegtuig dat voor het vervoer wordt gebruikt. Voor een beleid gericht op de terugdringing van het wegverkeer kan bevordering van het gebruik van één van de andere vervoerswijzen een middel zijn. Afgezien van enkele zeer specifieke groepen is het luchtvervoer in binnenlands gebruik geen redelijk alternatief voor vervoer over de openbare weg, het water- en railvervoer kunnen dat in bepaalde gevallen wel zijn. Het railvervoer kan een alternatief zijn zowel voor personen- als goederenvervoer. Vervoer te water zou bepaalde taken van het goederenvervoer over de weg kunnen overnemen. Personenvervoer te water beperkt zich tot recreatieverkeer en tot oeververbindingen met veerponten. Ook de bevordering van het gebruik van andere vervoermiddelen die van de openbare weg gebruik maken kan een beleidsmiddel zijn om het autoverkeer

op de openbare weg terug te dringen. Het is daarom noodzakelijk ook binnen het wegverkeer nog naar vervoermiddelkeuze te disaggregeren, waarbij als alternatieven voor de personenauto vooral het openbare vervoer van belang is en daarnaast ook de fiets, de bromfiets en het voetgangersverkeer, hetzij als zelfstandige verplaatsingswijze, hetzij als voor- of natransport voor het openbare vervoer.

4. Voor wat betreft diegene die het vervoer verzorgt is voor het vervoerbeleid van belang het onderscheid tussen openbaar vervoer, beroepsvervoer en particulier vervoer. De overwegingen om vormen van vervoer te bevorderen of terug te dringen kunnen mede door deze verschillen worden beïnvloed.

5. De verplaatsingen op het Nederlandse wegennet omvatten ook verplaatsingen door buitenlanders. Voor politie, justitie, medische hulpverlening en wegbeheerders zijn ook de ongevallen waarin die buitenlanders betrokken raken relevant.

De verplaatsingen van alle Nederlandse burgers/ingezetenen omvatten ook de verplaatsingen in het buitenland. Voor de Nederlandse schadeverzekeraars zijn ook ongevallen tijdens die buitenlandse verplaatsingen relevant.

3.2. Verplaatsingspatronen

Het is niet gebruikelijk dat bestuursfunctionarissen beleid ontwikkelen betreffende afzonderlijke individuen. Het beleid treft altijd grotere groepen burgers die in een vergelijkbare situatie met vergelijkbare maatregelen geconfronteerd worden. Uit beleidsoogpunt is het dan ook niet relevant om risico's te relateren aan de mobiliteit van individuen, maar aan het verplaatsingsgedrag van groepen individuen met een vergelijkbare mobiliteit.

Op grond van een verscheidenheid van gemeenschappelijke kenmerken kunnen individuele verplaatsingen tot verplaatsingspatronen worden geaggregeerd. Voor beleidsdoeleinden en besluitvorming is met name van belang:

- Aggregatie van de verplaatsingsbehoeften of de feitelijke verplaatsingen in min of meer homogene deelgebieden van de vervoersinfrastructuur. Van belang zijn de wegennetten binnen en buiten de bebouwde kom, en voorts in verband met de verantwoordelijkheden van wegbeheerders de wegennetten van rijk, provincies en gemeenten.

- Aggregatie van de verplaatsingsbehoeften of de feitelijke verplaatsingen van groepen burgers met gelijksoortige verplaatsingsmotieven. Deze hebben

te maken met dagindelingen en agenda's en met jaarprogramma's en kalender. Gelijke verplaatsingsmotieven leiden vaak tot gelijke bestemmingen op min of meer dezelfde tijden en met veelal dezelfde vervoersmogelijkheden van mensen in dezelfde leeftijdscategorieën.

3.3. Verandering van mobiliteit

Verplaatsingen van personen ontstaan als gevolg van beslissingen die het resultaat zijn van een afweging van persoonlijke verplaatsingsbehoeften en verplaatsingsmotieven tegen de beschikbare verplaatsingsmogelijkheden.

Verplaatsingsbehoeften blijven latent of leiden niet tot verplaatsingen als verplaatsingsmogelijkheden ontoereikend of te beperkt zijn.

Verplaatsingsbehoeften ontstaan veelal mede als gevolg van eerdere keuzen en beslissingen van hiërarchisch hoger niveau (bijvoorbeeld ten aanzien van woonplaats, werkkring, onderwijs, vriendenkring, etc.).

De keuze van de woonplaats is van invloed op de verplaatsingsbehoeften van alle gezinsleden.

De keuze van vestigingsplaats van een bedrijf (bij een verhuizing) is van invloed op de verplaatsingsbehoeften van alle werknemers, klanten en leveranciers.

Verplaatsingsmogelijkheden worden mede bepaald door de aanwezigheid van de vervoersinfrastructuur, de gebruiksregels die daar gelden, de regelsystemen die het gebruik beheersen, naast de beschikking over eigen voermiddelen en de beschikbaarheid van adequaat openbaar vervoer.

Bij elke individuele verplaatsing kan er sprake zijn (binnen de randvoorwaarden van verplaatsingsmogelijkheden en hiërarchisch hogere beslissingen) van keuze van bestemming, vervoerwijze en route.

De omvang van het goederenvervoer wordt in het algemeen aangegeven in de vervoerde massa (aantal tonnen) en massa maal afstand uitgedrukt in tonkilometers. Deze vormen een bruikbare vergelijkingsbasis voor de omvang van het goederenvervoer per schip, per rail en over de weg. Voor de vervoerders en ook voor hun klanten zijn ook de transporttijd en de kosten per tonkilometer van belang voor de keuze van de vervoerswijze.

Voor sommige vervoerders, gebruiksdoeleinden of gebruikers is het vervoerd volume of het aantal vervoerde colli van meer belang dan vervoerd gewicht.

Bij het vrachtvervoer vindt ook personenvervoer plaats. Het verplaatsen van de chauffeurs is geen doel, maar middel om de goederen op hun bestemming te krijgen. De chauffeurskilometers worden wel geteld als reizigers-

kilometers, met hun eigen risicofactoren. Ook dragen de voertuigkilometers van vrachtauto's bij tot de risicofactoren van de andere weggebruikers. De ontwikkeling van de mobiliteit of de verplaatsingspatronen gebeurt onder invloed van veranderingen van:

- verplaatsingsmotieven/behoeften.
- verplaatsingsmogelijkheden/middelen.

Veranderingen van verplaatsingsbehoeften kunnen het gevolg zijn van veranderingen in persoonlijke omstandigheden, dan wel van veranderingen in de beschikbaarheid of toegankelijkheid van verlangde bestemmingen.

Veranderingen van verplaatsingsmogelijkheden kunnen het gevolg zijn van veranderingen in verplaatsingspatronen van groepen weggebruikers dan wel van maatregelen die bevorderlijk of belemmerend zijn voor veilig, snel, comfortabel en goedkoop verplaatsen.

De mobiliteit kan op vele manieren veranderen. Er kan in individuele gevallen sprake zijn van verandering van motieven, bestemmingen, afstanden, vervoerswijzen, routekeuze, reissnelheid, rijnsnelheid, tijdstip en reistijd. Geaggregeerd over bevolkingsgroepen en over langere perioden kunnen deze veranderingen in de mobiliteit leiden tot veranderingen in aantallen verplaatsingen, de aantallen ritten bij die verplaatsingen, de tijden waarop deze verplaatsingen gebeuren, de door betreffende bevolkingsgroepen afgelegde afstanden, de vervoermiddelen waarmee men zich verplaatst, de belasting van delen van het wegennet.

- Het motief voor een verplaatsing is altijd te zien als de behoefte aan verandering van omgeving, veelal in verband met gewenste activiteiten die niet verricht kunnen worden op de plaats waar men zich bevindt. Motieven kunnen per individu verschillen, maar ook mettertijd voor ieder individu veranderen met leeftijd, de met de jaren veranderende interessen, verplichtingen, maatschappelijke positie etc.

- De bestemming vloeit rechtstreeks voort uit het verplaatsingsmotief, deels volgend uit hiërarchisch hogere keuzen als woning, werk of school, sociale relaties, georganiseerde vrijetijdsbesteding voor zover deze aantijdschema's gebonden is, en deels geheel vrij en incidenteel. De bestemmingen kunnen veranderen met de motieven, maar ook met veranderingen in de hiërarchisch hogere keuzen, zowel van de betrokkene als van derden, die hun vestigingsplaats veranderen.

- De verplaatsingsafstanden zijn het directe gevolg van de locaties waar

tussen men zich overwegend verplaatst, en kunnen dus veranderen met motieven en bestemmingen.

- De keuze van vervoerwijze hangt af van de keuzemogelijkheden waarover men beschikt, gegeven herkomst en bestemming, en wordt binnen die keuzeruimte bepaald door aspecten als reiscomfort, reistijd, reiskosten, betrouwbaarheid en veiligheid en mogelijk nog ander overwegingen. Met name kan een rol spelen dat men een keuze mede laat bepalen door de volgende verplaatsing die men voorziet. De keuzeruimte kan veranderen doordat de beschikbaarheid van vervoermiddelen verandert of doordat aspecten die bij de keuze van belang zijn van waarde veranderen.

- De routekeuze is voornamelijk van belang wanneer de voorgaande keuze op een eigen vervoermiddel is gevallen. Echter ook bij het openbaar vervoer heeft men soms keuze uit verschillende lijnen. De routekeuze wordt in belangrijke mate bepaald door de verwachte reistijd en het reiscomfort. Deze kunnen veranderen (en daarmee ook de routekeus) met maatregelen betreffende de infrastructuur en de verkeersregeling.

- De rijsnelheid heeft voor ieder vervoermiddel een technische bovengrens, en voor de meeste vervoerwijzen ook een wettelijke bovengrens, die voor verschillende delen van het wegennet belangrijk kan verschillen. Daarnaast doet zich op vele tijden en plaatsen een praktische bovengrens voor die bepaald wordt door kenmerken van de weg en de verkeerssituatie. Feitelijke rijsnelheden kunnen aanmerkelijk van die grenswaarden afwijken. Er zijn vooral aanmerkelijke individuele verschillen, maar ook zijn er grote verschillen afhankelijk van het weer en de zichtomstandigheden. Door veranderingen in voertuigontwerp in verkeerswetgeving en door de ontwikkeling van het verkeer kunnen de praktische rijsnelheden belangrijk veranderen.

- De reistijd is het tijdsverloop tussen vertrek en aankomst, en wordt bepaald door de som van rijtijden en wachttijden. Rijtijden kunnen veranderen door veranderingen van de praktische rijsnelheden, de wachttijden kunnen bij het openbaar vervoer veranderen door veranderingen van de dienstregelingen, en bij het particulier vervoer door veranderingen van verkeersregelingen en van het verkeer.

- De reissnelheid wordt berekend door de afgelegde weg te delen door de reistijd. De reissnelheid ligt over het algemeen beduidend lager dan de rijsnelheid. Bij verplaatsingen waarbij een vorm van openbaar vervoer de hoofdverplaatsingswijze is omvat de reistijd behalve de feitelijke reisduur volgens de dienstregeling ook de duur van voor- en natransport en de wachttijden bij haltes en op perrons. Bij particuliere vervoerswijzen

omvat de reistijd doorgaans de rijtijden en de wachttijden voor verkeerslichten, in files en op plaatsen waar voorrang verleend moet worden. Veranderingen van de reissnelheid en de reistijd worden door dezelfde factoren verklaard.

- Het tijdstip waarop een reis aanvangt wordt bepaald door het tijdstip waarop men zijn bestemming wenst te bereiken en door de verwachte reistijd. Indien de reistijd verandert dient men zijn vertrektijd dienovereenkomstig aan te passen.

Veranderingen in één of meer van deze aspecten van de mobiliteit kunnen het gevolg zijn van individuele beslissingen, die geïnduceerd kunnen worden door wisselingen of veranderingen in verplaatsingsbehoeften en motieven. Deze kunnen tijdelijk of blijvend zijn als gevolg van autonome processen of als gevolg van maatregelen, die bedoeld of onbedoeld de mobiliteit beïnvloeden.

3.4. Kwantificering van de mobiliteit

De omvang van het vervoer wordt uitgedrukt in:

- aantal verplaatsingen;
- aantal ritten;
- voertuigkilometers;
- zitplaatskilometers;
- reizigerskilometers;
- tonkilometers.

Ook de omvang van het particuliere vervoer kan in dezelfde grootheden worden uitgedrukt.

Voor de karakterisering van het particuliere personenvervoer is het verder noodzakelijk onderscheid te maken naar vervoerwijze, met als consequentie, dat voor een adequate beschrijving van het personenvervoer ook de omvang daarvan per vervoerwijze gekwantificeerd moet worden.

Mobiliteit wordt vaak gebruikt om de totale omvang van de feitelijke verplaatsingsactiviteiten aan te geven. Waar het gaat om de belasting van de ruimte op het wegennet worden dan voertuigkilometers gebruikt. In veel gevallen worden deze geteld in kilometrages van personenauto-eenheden (pae's) omdat de personenauto door zijn massale aanwezigheid de zwaarst belastende categorie vormt voor de overvolle wegen. Vrachtauto's en autobussen worden dan geteld als 2 of 3 pae's, fietsen en bromfietsen voor een

halve pae of minder. Wanneer het personen- en goederenvervoer aan de orde is echter wordt de mobiliteit uitgedrukt in reizigerskilometers of tonkilometers.

De term mobiliteit wordt ook gebruikt om de vervoerscapaciteit aan te duiden. Voor wat betreft het personenvervoer ligt het in de lijn om in dat geval zitplaatskilometers in plaats van reizigerskilometers te gebruiken, zij het dat in rijtuigen van het openbaar vervoer veelal wordt aangegeven hoeveel zitplaatsen en hoeveel staanplaatsen er beschikbaar zijn. De vervoerscapaciteit voor goederen kan evenals het feitelijk vervoer worden uitgedrukt in tonkilometers.

Wanneer het gaat om vervoersbehoeften wordt meestal niet zonder meer van mobiliteit gesproken, maar van mobiliteitsbehoeften, die zich het best laat uitdrukken in reizigerskilometers. De behoefte aan goederenvervoer kan weer worden uitgedrukt in tonkilometers.

4. RISICO

Het begrip risico wordt op veel verschillende manieren gedefiniëerd en gebruikt, zowel in het verkeersveiligheidsgebied als daarbuiten in andere maatschappelijke gebieden waar risico's zich manifesteren.

Belangrijk is het onderscheid tussen objectieve en subjectieve risico's. Het subjectieve risico heeft te maken met de risicobeleving, de mate waarin subjecten zich de risico's bewust zijn en de relatieve ernst die subjecten aan verschillende risico's toekennen.

Het objectieve risico wordt veelal afgemeten aan de risico's die manifest worden doordat schade ontstaat. De omvang van de schade is dan een maat voor het objectieve risico. Risico wordt veelal gedefiniëerd als de omvang van de schade in verhouding tot de omvang van de activiteiten waarbij de schade ontstaat. In het geval van vervoers- en verkeersrisico's wordt de algemen vorm van de definitie:

$$\text{risico} = \text{schade/mobiliteit: } R = S/M \quad (1)$$

De schadelijke gevolgen van verkeersongevallen worden gewoonlijk gekwantificeerd in termen van aantallen ongevallen en slachtoffers.

De omvang van het vervoer wordt gewoonlijk gekwantificeerd in termen van aantallen verplaatsingen, ritten, voertuigkilometers, reizigerskilometers en voor wat betreft het goederenvervoer in tonkilometers.

In deze termen zijn gedurende een lange reeks jaren routinematig gegevens verzameld ook gedisaggregeerd naar een aantal belangrijke deelgroepen.

De algemene vorm van de definitie van risico kan met behulp van indices voor de schade- en mobiliteitsmaten nader worden gespecificeerd:

$$R_{ij} = S_i/M_j \quad (2)$$

Een overzicht van mogelijke risico-definities op basis van de genoemde schade- en mobiliteitsmaten is gegeven in de volgende tabel, waarbij geïndiceerde variabelen vervangen zijn door specifieke symbolen.

Mobiliteit	Schade ongevallen	slachtoffers		
		doden	zho	overige
Verplaatsingen	O/V	D/V	Z/V	G/V
Ritten	O/R	D/R	Z/R	G/R
Voertuigkm	O/Kv	D/Kv	Z/Kv	G/Kv
Reizigerskm	O/Kr	D/Kr	Z/Kr	G/Kr
Tonkm	O/Kt	D/Kt	Z/Kt	G/Kt

Niet al deze verhoudingsgetallen zijn even praktisch. Waar het gaat om de personenmobiliteit zijn reizigerskilometers meer relevant dan ritten of verplaatsingen. Het ligt voor de hand om slachtoffers te relateren aan reizigerskilometers en ongevallen aan voertuigkilometers. Bij de vergelijking van wegen worden echter naast ongevallenquotiënten ook slachtofferquotiënten gebruikt waarbij slachtoffers worden gerelateerd aan voertuigkilometers. Door intensiteitsmetingen op wegen kan men wel beschikken over voertuigkilometers, maar niet over reizigerskilometers, tenzij men deze uit de voertuigkilometers berekent met behulp van een omrekenfactor. Deze kan worden gelijkgesteld aan de gemiddelde bezetting per voertuig in de betreffende categorie.

Risico volgens de bovengegeven definities is geen constante, maar een in de tijd veranderlijke grootte. Wanneer het vervoersrisico gedefinieerd wordt als quotiënt van schade en automobiliteit, dan blijkt het risico in Nederland reeds gedurende een aantal decennia in ongeveer 10 jaar te halveren. Dit stemt overeen met een jaarlijkse reductie van ongeveer 6,5% ten opzichte van het voorafgaande jaar. De ontwikkeling van het risico in de tijd kan ook als een negatief exponentiële functie worden beschreven.

Met behulp van tijdreeksanalyses kunnen ook voor deelgroepen dergelijke functies worden bepaald voorzover over een voldoende lange periode kan worden beschikt over gedisaggregeerde gegevens zowel betreffende schade als betreffende mobiliteit. Hetzelfde kan worden gedaan met betrekking tot de ontwikkeling van de mobiliteit.

5. ONVEILIGHEID EN SCHADE

Door combinatie van risicofuncties en mobiliteitsfuncties van de tijd kunnen ook schadefuncties van de tijd worden bepaald. De uitkomsten daarvan kunnen op twee wezenlijk verschillende manieren worden gebruikt:

1. De schade volgens waarnemingsreeksen (geregistreeerde aantallen ongeval-
len en slachtoffers) kunnen worden vergeleken met de berekende functie-
waarden. Verschillen die te groot zijn om door toevallige fluctuaties
verklaard te worden zijn aanleiding tot nader onderzoek.

Een mogelijke voorbeeld zijn weersomstandigheden die tot meer of minder
mobiliteit kunnen leiden of tot een andere keuze van vervoermiddelen, dan
wel tot verandering van het actuele risiconiveau voor sommige groepen
verkeersdeelnemers. Economische recessies kunnen leiden tot verminderde
mobiliteit of ook tot een minder gehaast en rustiger verkeersgedrag.

2. Door invulling van t-waarden in de schadefuncties kan de te verwachten
schade in een toekomstig jaar worden berekend. Daarbij dient opgemerkt te
worden dat de schadefuncties in principe geen andere betekenis hebben dan
een benaderde (gestyleerde) beschrijving van de waarnemingen in het verle-
den. Het gebruik van dergelijke functies als prognosemodel is slechts te
rechtvaardigen als de omstandigheden die de ontwikkeling in het verleden
hebben bepaald ook in de toekomst werkzaam blijven, met name indien de
beleidsinspanningen in het verleden ter bevordering van de verkeersveilig-
heid ook in de toekomst op tenminste hetzelfde niveau gehandhaafd worden.
Bij het gebruik van de relatie tussen risico, mobiliteit en schade is het
praktisch de schade uit te drukken in risico en mobiliteit:

$$S_i(t) = R_{i,j}(t) * M_j(t) \quad (3)$$

De nadere keuze van een prognosemodel voor schade volgt rechtstreeks uit
de gekozen definitie van risico. Dit model kan door toevoeging van indices
worden toegepast in gedisaggregeerde vorm, bij voorbeeld voor elke cel van
de matrix: modus - leeftijd

De prognosemodellen krijgen dan voor elke cel de vorm:

$$S_{i;m,l}(t) = R_{i,j;m,l}(t) * M_{j;m,l}(t) \quad (4)$$

Door sommeren over de indices l of m kan weer een prognose verkregen wor-
den voor de schade bij een bepaalde vervoerswijze of voor een bepaalde

leeftijdgroep. Uiteraard kunnen ook prognosemodellen voor deze geaggregeerde schade op overeenkomstige wijze worden bepaald. De somming van de gedissaggregeerde modellen moet dezelfde uitkomsten opleveren als de geaggregeerde modellen.

Uiteraard kan ook over andere kenmerken gedissaggregeerd worden voorzover de benodigde gegevens daartoe beschikbaar zijn.

Zinvol voor het beleid lijkt disaggregatie naar wegbeheerder in verband met verantwoordelijkheden van wegbeheerders, naar regio in verband met verantwoordelijkheden van de provinciale instanties benadrukt door de regionalisatie, naar gebieden binnen en buiten de bebouwde kom in verband met de zeer uiteenlopende verkeerssituaties en mogelijkheden tot ingrijpen.

6. BEINVLOEDEN VAN DE MOBILITEIT

Voor een beleid gericht op beïnvloeding van de mobiliteit is het van belang te onderkennen dat individuele beslissingen die tot veranderingen in verplaatsingspatronen leiden niet alleen beïnvloed kunnen worden door

- vervoers- en verkeersmaatregelen

maar ook door:

- autonome geofysische en meteorologische processen;

- autonome (niet door beleid beïnvloedde) maatschappelijke ontwikkelingen;

- algemene (niet op vervoer en verkeer gerichte) beleidsmaatregelen.

Onderzoek naar het effect of doelmatigheid van op de mobiliteit gerichte maatregelen kan niet zonder groot verlies aan relevante informatie voorbij gaan aan die andere invloedsfactoren.

Het ruimtelijke ordeningsbeleid, dat primair andere doelstellingen beoogt, kan een grote invloed hebben op de ontwikkeling van verplaatsingspatronen. Een groot deel van de verplaatsingsbehoeften is het gevolg van ruimtelijke ordening, dus van scheiding in de ruimte van gebieden met bepaalde soorten activiteiten. Veel verplaatsingsbehoeften zijn het gevolg van behoeften aan activiteiten waaraan slechts elders kan worden deelgenomen.

De meeste menselijke activiteiten concentreren zich rond de woning, de werkplek, de school, de winkel, de dienstverlenende instellingen en de recreatievoorzieningen. De meeste verplaatsingen bewegen zich tussen deze locaties.

De demografische ontwikkeling in de afgelopen decennia geeft ingrijpende veranderingen in de bevolkingsopbouw te zien.

Gezinsplanning, eenvoudiger geworden door ontwikkeling van anticonceptiva resulteerde in latere vorming van kleinere gezinnen (ontgroening).

Vereenvoudigde echtscheidingsprocedures hebben massaal geleid tot wijzigingen in de burgerlijke staat van grote groepen en tot het ontstaan van nieuwe relatievormen met afwijkende verplaatsingsbehoeften.

Ontwikkelingen in de gezondheidszorg leiden tot een voortdurende toename van de levensverwachting en tot een voortdurend stijgend aantal en percentage zestig- tot honderd-plussers (vergrijzing).

Veranderingen in het verplaatsingsgedrag kunnen evenzeer het gevolg zijn van veranderingen van de absolute en relatieve omvang van sociale groepen met een typisch verplaatsingspatroon, als van veranderingen binnen de verplaatsingspatronen van sociale groepen.

Mobiliteitsmanagement kan in principe gebruik maken van elke invloedsfactor die manipuleerbaar is. Daarbij dient rekening te worden gehouden met de volgende overwegingen:

- Niet alleen het verplaatsingsgedrag wordt beïnvloed door veranderingen buiten het vervoersbeleid, maar evenzeer worden andere maatschappelijke doelstellingen beïnvloed door het vervoersbeleid.
- Privévervoermiddelen zijn vrijwel nooit vervangbaar door openbaar vervoer, maar hoogstens door openbaar vervoer met voor en natransport. In het onderzoek Verplaatsingsgedrag wordt echter uitsluitend de "hoofdverplaatsingswijze" geregistreerd.
- Individuele keuzen tussen vervoermiddelen worden niet alleen begrensd door financiële randvoorwaarden, maar ook door het tijdbudget waarover men beschikt. Snellere vervoermiddelen zijn slechts in beperkte mate door tragere te vervangen. Sommigen zullen wel een langere reistijd accepteren. Anderen zullen echter kiezen voor andere bestemmingen, wanneer daarin keuze bestaat. Wanneer financiële sturing als beleidsinstrument gehanteerd wordt zullen sommigen de hogere prijs verkiezen boven de langere reistijd.
- Bij verschuivingen in de mobiliteit, van meer beschermde verplaatsingswijzen (de gesloten motorvoertuigen) naar de meer kwetsbare verplaatsingswijzen (tweewielers en voetgangers) kan een aanmerkelijke toename van het globale risiconiveau verwacht worden.
- Bij elke verandering in verplaatsingswijze zal zich door onervarenheid een aanlooperperiode van enkele jaren voordoen met een beduidend hoger risiconiveau dan waaraan de gemiddelde verkeersdeelnemer met een meerjarige ervaring met die verplaatsingswijze blootstaat.
- Maatregelen die een aanzienlijke verschuiving in modal split (keuze van verplaatsingswijze) teweeg brengen (met name verschuivingen in de zin die de laatste jaren veelvuldig bepleit worden) kunnen als neveneffect een aanzienlijke verschuiving in de onveiligheid veroorzaken in een richting die strijdig is met de taakstelling van het verkeersveiligheidsbeleid. Ook wanneer dat op den duur niet het geval is kan gedurende een overgangsperiode een ongunstig onveiligheidseffect optreden.

Voor het mobiliteitsbeleid geldt, evenzeer als voor andere maatschappelijk ingrijpende beleidsterreinen, dat er sterke interacties zijn met vele beleidsgebieden. In het bijzonder zullen tal van maatregelen die worden genomen in het kader van het mobiliteitsbeleid, neveneffecten hebben op andere beleidsterreinen.

In de besluitvorming over maatregelen dient met de mogelijkheid van schadelijke neveneffecten serieus rekening gehouden te worden, opdat niet schaarse middelen worden besteed in verschillende beleidsterreinen, aan maatregelen die weinig meer doen dan elkaars effecten neutraliseren.