

# **VVR-GIS 3.0**

Dr. M.C.B. Reurings, drs. W. Wijnen & dr. ir. M.A. Vis

R-2009-10



## VVR-GIS 3.0

Beschrijving en verantwoording van de rekenkern



**Transumo**

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2009-10
Titel:	VVR-GIS 3.0
Ondertitel:	Beschrijving en verantwoording van de rekenkern
Auteur(s):	Dr. M.C.B. Reurings, drs. W. Wijnen & dr. ir. M.A. Vis
Projectleider:	Dr. ir. M.A. Vis
Projectnummer SWOV:	06.5
Trefwoord(en):	Software, calculation, forecast, regional planning, region, cost, cost benefit analysis, policy, safety, traffic, road safety impact assessment, Netherlands, SWOV.
Projectinhoud:	De VVR-GIS 3.0 is een software-instrument dat ten doel heeft om de regionale overheden te helpen bij de beslissing hoe ze hun geld uitgeven aan verkeersveiligheidsmaatregelen. Dit instrument maakt het mogelijk om verschillende regionale pakketten van verkeersveiligheidsmaatregelen door te rekenen en met elkaar te vergelijken. De VVR-GIS 3.0 bestaat uit een aantal onderdelen: de gebruikersinterface (de kaarten, knoppen en menu's), twee databases met gegevens die nodig zijn voor het gebruik en de berekeningen, en de eigenlijke rekenkern (een aparte software-module). Dit rapport bespreekt uitgebreid de rekenkern.
Aantal pagina's:	56 + 35
Prijs:	€ 15,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2009

De informatie in deze publicatie is openbaar.  
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV  
Postbus 1090  
2260 BB Leidschendam  
Telefoon 070 317 33 33  
Telefax 070 320 12 61  
E-mail [info@swov.nl](mailto:info@swov.nl)  
Internet [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

# Samenvatting

Het doel van de VVR-GIS 3.0 is om wegbeheerders en beleidsmakers te helpen bij het opstellen en onderbouwen van verkeers- en vervoersplannen. Met de VVR-GIS 3.0 kunnen namelijk de effecten van regionale en lokale verkeersveiligheidsmaatregelen in verschillende plannen geschat worden. Deze schattingen kunnen vervolgens met elkaar of met de doelstellingen vergeleken worden. Op grond hiervan kan de regio bepalen of een plan realiseerbaar is en of deze aan de regionale doelstelling voldoet. Aangezien de VVR-GIS 3.0 ook een kosten-batenanalyse uitvoert, kan de gebruiker het meest kosteneffectieve plan bepalen.

De VVR-GIS 3.0 bestaat uit een aantal onderdelen. De gebruiker ziet alleen de 'gebruikersinterface' – de kaarten, knoppen en menu's. De gebruiker kan putten uit een lijst met maatregelen waarvoor de SWOV op basis van wetenschappelijke publicaties effecten op de verkeersveiligheid heeft kunnen bepalen.

De berekeningen worden gedaan door de zogeheten 'rekenkern'. Deze rekenkern maakt gebruik van allerlei gegevens, zoals informatie over groeiscenario's voor de mobiliteit; deze gegevens zitten in de 'VVR Database'. Ten slotte haalt de gebruikersinterface informatie over het wegennet uit een externe database met wegkenmerken (momenteel de applicatie Wegkenmerken+ van de Dienst Verkeer en Scheepvaart). Dit rapport bespreekt uitgebreid de rekenkern.

De rekenkern voert zijn berekeningen in een aantal stappen uit, die hieronder kort toegelicht worden.

## *De referentiesituatie*

De referentiesituatie vormt de basis voor de berekeningen. Deze beschrijft de verkeers- en verkeersveiligheidssituatie van een regio in een recent jaar waarvoor verkeers- en verkeersveiligheidsgegevens beschikbaar zijn. De verkeerssituatie in het referentiejaar wordt beschreven door de verkeersprestatie (afgelegde afstand) per weg- en kruispuntcategorie in de regio. De verkeersveiligheidssituatie in het referentiejaar wordt per weg- en kruispuntcategorie beschreven door:

- de werkelijke aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden;
- het ongevalsrisico (aantal letselongevallen gedeeld door de verkeersprestatie);
- twee 'ernstmaten': het aantal slachtoffers (doden én ziekenhuisgewonden) per ongeval en het aandeel doden onder de slachtoffers.

## *De baselineprognose*

Een baselineprognose voor een jaar na het referentiejaar bevat het verwachte aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden voor dat jaar, wanneer er geen lokale of regionale maatregelen worden toegepast uit de maatregelenlijst die beschikbaar is in de VVR-GIS 3.0. De baselineprognose is gebaseerd op twee ontwikkelingen waar de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen (directe) invloed op heeft: de verandering van de

mobiliteit en de 'autonome' verandering van het risico (bijvoorbeeld door maatregelen die op landelijk niveau genomen worden).

#### *De maatregelprognose*

Nadat voor ieder jaar de baselineprognose bepaald is, kunnen de effecten worden doorgerekend van het toepassen van maatregelen uit de maatregelenlijst. Dit resulteert in de zogeheten maatregelprognoses. Een maatregelprognose is een voorspelling van het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden in een jaar wanneer er wel rekening gehouden wordt met de effecten van geselecteerde maatregelpakketten. De effecten van toegepaste maatregelpakketten worden berekend ten opzichte van de baselineprognoses. Dit betekent dat de aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden volgens de baselineprognoses vermenigvuldigd worden met de reductiefactoren van de gekozen maatregelpakketten.

#### *De effecten van maatregelpakketten*

De effecten van maatregelpakketten worden uitgedrukt in de bespaarde aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Het gaat daarbij niet om de besparingen ten opzichte van het referentiejaar, maar ten opzichte van de baselineprognose. Op deze manier geven de bespaarde aantallen namelijk alleen de effecten van de toegepaste maatregelpakketten weer en niet van allerlei ontwikkelingen waar de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen invloed op heeft.

#### *De kosten-batenanalyse*

Een kosten-batenanalyse beantwoordt de vraag of de baten van een investering vanuit maatschappelijk oogpunt opwegen tegen de kosten. Daarbij kan behalve naar financiële aspecten, ook gekeken worden naar zaken als veiligheid, emissies en congestie. Op deze wijze maakt een kosten-batenanalyse het mogelijk om uitspraken te doen over de maatschappelijke rentabiliteit van een investering. Binnen de VVR-GIS 3.0 wordt een kosten-batenanalyse gebruikt om verschillende keuzes van maatregelpakketten met elkaar te vergelijken. De kosten in deze analyse bestaan uit de kosten van de aanleg en van het onderhoud van de maatregelpakketten; de baten worden gevormd door de ongevallen, doden en ziekenhuisgewonden die als gevolg van de maatregelpakketten bespaard worden. Deze vergelijking kan de gebruiker helpen om een definitieve keuze te maken tussen mogelijke combinaties van de maatregelpakketten.

Een VVR-GIS is alleen met succes toe te passen indien er voldoende gegevens beschikbaar zijn. Het betreft hier met name gegevens van wegvakken en kruispunten. De huidige rekenmethode gaat uit van de beschikbaarheid van deze gegevens in Wegkenmerken+, maar voor veel regio's ontbreken de benodigde gegevens in deze applicatie. Extra inspanningen om Wegkenmerken+ gevuld te krijgen, zijn dan ook zeer wenselijk.

Mogelijke toekomstige ontwikkelingen van de VVR-GIS zijn de uitbreiding ervan met bijvoorbeeld een milieu- en/of mobiliteitsmodule. Deze berekenen de effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen op het milieu en op de mobiliteit, zodat deze effecten ook meegenomen kunnen worden in een kosten-batenanalyse.

# Summary

## **VVR-GIS 3.0; Description and justification of the calculation kernel**

The purpose of VVR-GIS 3.0 is to assist road authorities and policymakers in drawing up and substantiating traffic and transport plans. With VVR-GIS 3.0 it is possible to estimate the effects of regional and local road safety measures in different plans. These estimates can then be compared among themselves or with the targets. This can be the basis on which a region can determine whether a plan is feasible and whether it meets the regional target. As VVR-GIS 3.0 also performs a cost-benefit calculation, the user can determine which plan is most cost-effective.

VVR-GIS 3.0 consists of several parts. The user only sees the 'user interface' – the maps, buttons and menus. The user can draw on a list of measures of which SWOV, based on scientific publications, has been able to determine the road safety effects.

The calculations are performed by the so-called 'calculation kernel'. This calculation kernel makes use of all kinds of data, like information about growth scenarios for mobility; this data is stored in the 'VVR Database'. Finally, the user interface retrieves information about the road network from an external database which contains road features (at present the application Wegkenmerken+ maintained by the Centre for Transport and Navigation). The underlying report discusses the calculation kernel in detail.

The calculation kernel performs its calculations in a number of steps which are briefly presented below.

### *The reference situation*

The reference situation is the basis for the calculations. It describes the traffic and road safety situation of a region in a recent year of which traffic and road safety data is available. The traffic situation in the reference year is expressed in vehicle kilometres for each category of road section and intersection in the region. The road safety situation in the reference year is established by:

- the real numbers of injury crashes, fatalities, and in-patients;
- the crash rate (number of injury crashes divided by the vehicle kilometres);
- two 'measures of severity': the number of casualties (fatalities and in-patients) per road crash and the proportion of fatalities among the casualties.

### *The baseline prognosis*

A baseline prognosis for a year after the reference year gives the expected number of injury crashes, fatalities, and in-patients for that year if no local or regional measures from the list of measures available in VVR-GIS 3.0 were to be carried out. The baseline prognosis is based on two developments on which the VVR-GIS 3.0 user has no (direct) influence: the changes in mobility and the 'autonomous' change of the crash rate (for example as a result of measures taken on a national level).

#### *The measure prognosis*

After the baseline prognosis has been made for each year, the effects resulting from the application of measures from the list can be calculated. The results are called the measure prognoses. A measure prognosis is a forecast of the number of injury crashes, fatalities, and injury crashes in a year when the effects of the selected sets of measures are taken into account. The effects of applying the sets measures are calculated compared to the baseline prognoses. This means that the numbers of injury crashes, fatalities, and in-patients according to the baseline prognoses are multiplied by the reduction factors of the selected sets of measures.

#### *The effects of sets of measures*

The effects of sets of measures are expressed in the numbers injury crashes, fatalities, and in-patients saved. These are not the savings compared to the reference year, but the savings compared to the baseline prognosis. This way the numbers saved only show the effects of the used sets of measures and not the effects of all sorts of developments that the VVR-GIS 3.0 user cannot influence.

#### *The cost-benefit analysis*

A cost-benefit analysis makes clear whether the benefits of an investment counterbalance the costs from a social point of view. In addition to financial aspects, matters like safety, emission and congestion can also be taken into account. This way a cost-benefit analysis enables making pronouncements about the social profitability of an investment. Within VVR-GIS 3.0 a cost-benefit analysis is used to compare between different possible sets of measures. The costs in this analysis are the costs of the construction and maintenance of the sets of measures; the benefits are the crashes, fatalities, and in-patients that are saved as a result of the sets of measures. This comparison can support the user in making a final choice between the possible sets of measures.

VVR-GIS can only be applied successfully if sufficient data is available. These are mainly data of road sections and intersections. The present calculation method assumes the availability of this data in Wegkenmerken+, but for many regions the required data is not available in this application. Therefore, extra efforts to complement the Wegkenmerken+ data are strongly advisable

Possible future developments concerning VVR-GIS are its extension with, for example, an environmental and/or mobility module. These calculate the effects of road safety measures on the environment and on mobility so that these effects can also be included in a cost-benefit analysis.



# Inhoud

<b>Lijst van gebruikte afkortingen</b>	<b>9</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>11</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>13</b>
1.1. Achtergrond	13
1.2. De Verkeersveiligheidsverkenner voor de regio	13
1.3. De VVR-GIS	14
1.4. Leeswijzer	15
1.5. Afbakening rapport en doelgroep	16
<b>2. Structuur van de VVR-GIS</b>	<b>17</b>
2.1. De rekenkern van de VVR-GIS	17
2.2. De VVR Database	18
2.3. De gebruikersinterface	18
2.4. Externe database met wegkenmerken – GIS	19
<b>3. De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 in vogelvlucht</b>	<b>20</b>
<b>4. De referentiesituatie</b>	<b>22</b>
4.1. Wat is de referentiesituatie?	22
4.2. Externe basisgegevens voor de rekenkern van de VVR-GIS 3.0	23
4.3. Het ophogen van geregistreerde aantallen	23
4.4. Het ongevalsrisico en twee ernstmaten	24
4.4.1. Definities	24
4.4.2. Berekeningen	24
4.5. Overzicht output referentiesituatie	25
<b>5. De baselineprognoses</b>	<b>26</b>
5.1. Wat is een baselineprognose?	26
5.2. De rekenperiode	27
5.3. Groei verkeersprestatie	27
5.4. Autonome verandering van het risico	28
5.5. Het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden	28
5.6. Overzicht baselineprognose	29
<b>6. De maatregelprognoses</b>	<b>30</b>
6.1. Wat is een maatregelprognose?	30
6.2. Regionale maatregelpakketten	30
6.2.1. Benodigde gegevens	30
6.2.2. Berekening effecten	31
6.3. Locatiegebonden maatregelpakketten	32
6.3.1. Benodigde gegevens over de locaties	32
6.3.2. Benodigde gegevens over de locatiegebonden maatregelpakketten	33
6.3.3. Berekening effecten	34
6.4. Totale aantallen	36
6.5. Het risico van individuele wegvakken en kruispunten	36
6.6. Overzicht maatregelprognose	37

<b>7.</b>	<b>De effecten van maatregelpakketten</b>	<b>38</b>
7.1.	Bespaarde aantallen	38
7.2.	De risicodaling van individuele wegvakken en kruispunten	38
7.2.1.	De daling ten opzichte van het referentiejaar	39
7.2.2.	De daling ten opzichte van de baselineprognose	39
7.3.	Overzicht besparingen	39
<b>8.</b>	<b>Kosten-batenanalyse</b>	<b>41</b>
8.1.	Wat is een kosten-batenanalyse?	41
8.2.	Kosten van toegepaste maatregelpakketten	41
8.2.1.	Kosten van locatiegebonden maatregelen	41
8.2.2.	Kosten van regionale maatregelpakketten	43
8.2.3.	De contante waarde van de kosten	43
8.3.	Baten van toegepaste maatregelpakketten	43
8.3.1.	De baten van de toegepaste maatregelpakketten	44
8.3.2.	De contante waarde van de baten	44
8.4.	Rendementscriteria	44
8.5.	Overzicht resultaten kosten-batenanalyse	45
<b>9.</b>	<b>Berekeningen voor de VVR Database</b>	<b>46</b>
9.1.	Ophoogfactoren per regio	46
9.1.1.	Ophoogfactoren voor doden en ziekenhuisgewonden	46
9.1.2.	Ophoogfactoren voor letselongevallen	46
9.2.	Veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie	47
9.3.	Veranderingsfactoren voor het risico	50
9.4.	De waarde van bespaarde verkeersslachtoffers	51
<b>10.</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>52</b>
10.1.	Aanbevelingen aan de eindgebruiker	52
10.2.	Aanbevelingen voor verbetering en uitbreiding van de methode	52
10.2.1.	Autonome ontwikkelingen	52
10.2.2.	Weg- en kruispuntcategorieën	53
10.2.3.	Kosteneffectiviteitsanalyse	53
10.2.4.	Mobiliteitsmodule	53
10.2.5.	Milieumodule	54
	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>
	<b>Bijlagen 1 t/m 6</b>	<b>57</b>

## Lijst van gebruikte afkortingen

AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer (nu DVS)
BRON	Bestand geregistreerde ongevallen in Nederland
DV	Duurzaam Veilig
DVS	Dienst Verkeer en Scheepvaart (voorheen AVV)
GIS	Geografisch Informatiesysteem
LMR	Landelijke Medische Registratie
NWB	Nationaal Wegenbestand
VOR	Verkeersongevallenregistratie van AVV/DVS
VRI	Verkeersregelinstantie
VVR	Verkeersveiligheidsverkenner voor de regio
VVR-GIS	VVR in een GIS-omgeving



# Voorwoord

Aan het begin van dit millennium ontstond het idee dat de techniek het mogelijk zou gaan maken om gedetailleerde, lokale informatie over het wegennet te gebruiken om de kosteneffectiviteit van verkeersmaatregelen door te rekenen. Na de ontwikkeling van de VVR in 2001 en de toepassing ervan in 2002/2003 was de basis gelegd om dit idee tot uitvoering te gaan brengen. Rekende de VVR nog met op regionaal niveau geaggregeerde gegevens, een nieuw instrument zou gebruik gaan maken van gedetailleerde gegevens uit een Geografisch Informatiesysteem (GIS).

Het Transumo-programma maakte het in 2005 mogelijk om een projectteam samen te stellen met experts van kennisinstututen (SWOV, TNO, MNP), adviesbureaus (VIA, Mobycon, Ecorys, Goudappel Coffeng) en overheden (ROV Zuid-Holland, regievoerder Stadsgewest Haaglanden, gemeente Zoetermeer). Met een begeleidingsgroep werden in de eerste projectjaren andere potentiële eindgebruikers en andere 'stakeholders' bij de ontwikkeling van het instrument betrokken. De begeleidingsgroep bestond uit vertegenwoordigers van het Ministerie Verkeer en Waterstaat, het Kennisplatform Verkeer en Vervoer (KpVV), de Stadsregio's (SkVV), de Unie van Waterschappen (UvW), het Interprovinciaal Overleg (IPO), het Landelijk Overleg Gedrag (LOV-G), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) en het Regionaal Orgaan Amsterdam (ROA). In 2008 is deze groep opgegaan in de begeleidingsgroep van het programma *Onderzoek voor de regio* van de SWOV.

Een gebruikersproef in Stadsgewest Haaglanden in 2006 met een eerste prototype wees uit dat een VVR-GIS kon voldoen in de behoefte van de regionale en lokale wegbeheerders aan een uniforme, toegankelijke methode om verkeersveiligheidsplannen door te rekenen. Op basis van de bevindingen uit deze gebruikersproef is de ontwikkeling van de VVR-GIS doorgezet.

De in dit rapport gepresenteerde versie 3.0 van de VVR-GIS is de eerste 'uitleverbare' versie. Dat wil zeggen, de VVR-GIS is nu op een niveau dat deze werkelijk in de regio kan worden toegepast. Daarmee is er voor het eerst een uniforme methode om in Nederland de kosteneffectiviteit door te rekenen van verkeersveiligheidsmaatregelen, op basis van gedetailleerde, lokale informatie op wegvak- en kruispuntniveau. Dit laat onverlet dat er nog veel verbeterd kan en zal worden. De rekenmethode kan bijvoorbeeld worden aangescherpt en er kunnen nieuwe maatregelpakketten met hun effectschattingen worden toegevoegd aan de nu al lange lijst.

Het rekendeel van de VVR-GIS 3.0 wordt door de SWOV gratis aan externe partijen ter beschikking gesteld (SWOV, 2009a). Deze kunnen dan hun eigen gebruikersinterface (laten) ontwikkelen. Onderdeel van een levering is dat de SWOV de eindsoftware test op de juistheid van de koppeling van de rekenkern. In ruil voor de rekenmodule vraagt de SWOV de beschikking over rekensets of onderliggende gegevens voor onderzoek. Voor meer informatie kunt u contact opnemen via [info@SWOV.nl](mailto:info@SWOV.nl).

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door Transumo. Transumo (TRANSition SUstainable MObility) is een Nederlands platform van bedrijven, overheden en kennisinstellingen die gezamenlijk kennis ontwikkelen op het gebied van duurzame mobiliteit.

De ontwikkeling van de VVR-GIS 3.0 kon niet plaatsvinden zonder de inzet van bovengenoemde instituten. Zonder anderen te kort te willen doen, noemen wij de volgende personen die in grote mate hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de VVR-GIS 3.0: Hugo Coppen (VIA), Bastiaan Pierhagen en Maarten Schilt (ondersteuning softwareontwikkeling). Bij deze willen we alle betrokkenen danken voor hun inspanningen. Wij zien ernaar uit om met hen verder te werken aan dit belangrijke instrument.

# 1. Inleiding

## 1.1. Achtergrond

Vaak moeten beslissingen over investeringen in verkeersveiligheid op lokaal, regionaal en/of provinciaal niveau genomen worden. Hierbij kan gedacht worden aan het aanpassen van de infrastructuur (bijvoorbeeld het aanleggen van een fietspad of rotonde), maar ook aan het invoeren of uitbreiden van handhaving van de regelgeving (bijvoorbeeld het plaatsen van roodlichtcamera's of het intensiveren van alcoholcontroles). Aangezien geld maar één keer uitgegeven kan worden, is het voor regionale overheden wenselijk om heldere en goed onderbouwde keuzes voor hun investeringen te kunnen maken. Ook door de invoering van de brede doeluitkering (BDU) zullen regionale overheden steeds vaker eigen afwegingen moeten maken ten aanzien van de verdeling van de middelen.

Regionale overheden zullen dus ook moeten besluiten of en hoe ze hun geld uitgeven aan verkeersveiligheidsmaatregelen. De VVR-GIS is een instrument dat ten doel heeft om deze overheden te helpen bij het nemen van deze beslissing. Dit instrument maakt het namelijk mogelijk om verschillende regionale pakketten van verkeersveiligheidsmaatregelen door te rekenen en met elkaar te vergelijken. De VVR-GIS is gebaseerd op de Verkeersveiligheidsverkenner voor de regio (VVR), een rekenmethode waarmee de kosten en effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen kunnen worden geschat. De SWOV heeft de VVR in 2001 op verzoek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat ontwikkeld om de verschillende regio's in Nederland te helpen bij hun verkeers- en vervoersplannen. Met de VVR konden de regio's deze plannen afstemmen op hun regionale doelstelling voor de verkeersveiligheid. De VVR en de toepassing ervan zijn uitgebreid beschreven door Janssen (2005).

De VVR bestaat uit een grote hoeveelheid tabbladen in Excel. In plaats van deze tabbladen door te ontwikkelen en up-to-date te houden, heeft de SWOV ervoor gekozen de rekenmethode van de VVR om te zetten in een softwaremodule. Deze module kan dan aan een Geografisch Informatie-systeem (GIS) gekoppeld worden en ingebracht worden in software-applicaties die door derden ontwikkeld worden. Het instrument dat zo ontstaat noemen we een VVR-GIS.

In de volgende twee paragrafen worden de oorspronkelijke VVR en het idee van een VVR-GIS kort toegelicht. Het deel van de VVR-GIS 3.0 dat door de SWOV ontwikkeld is en beheerd wordt, duiden we in de rapport aan met de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 of kortweg de rekenkern. Deze rekenkern komt uitgebreid aan bod in de rest van het rapport.

## 1.2. De Verkeersveiligheidsverkenner voor de regio

De informatie in deze paragraaf komt uit de rapportage van Janssen (2005) over de VVR.

De VVR gaat uit van de regionale verkeers- en verkeersveiligheidssituatie in het referentiejaar 1998 en berekent die situaties voor het prognosejaar 2010. Daarbij houdt de VVR rekening met:

- de weglengten, verkeersintensiteiten en ongevallencijfers uit 1998;
- de plannen voor duurzaam veilige wegcategoryering;
- de groei van de wegen en het verkeer tot en met 2010;
- de landelijke en regionale verkeersveiligheidsmaatregelen, waarvan de regio's de regionale maatregelen zelf konden voorstellen.

De uitkomsten van de VVR bestonden onder andere uit:

- de weglengte en intensiteit in 2010;
- de toegepaste maatregelpakketten per wegcategory;
- de effecten van de infrastructurele maatregelen in 1999-2010;
- de kosten van de infrastructurele maatregelen in 1999-2010 naar wegcategory en naar wegbeheerder;
- de verwachte regionale reductie van doden en ziekenhuisgewonden in 2010 ten opzichte van 1998 door zowel regionale als landelijke maatregelen;
- kosten en baten van de infrastructurele maatregelen in geld uitgedrukt;
- nominale kosten van de infrastructurele maatregelen in 2002-2010, naar kostendrager.

Op basis van deze resultaten hebben alle regio's een maatregelpakket samengesteld waarmee de regionale doelstellingen zouden moeten kunnen worden bereikt.

Als mogelijke verbetering van de VVR-methode noemt Janssen (2005) een koppeling met het Nationaal Wegenbestand of met een GIS, waardoor dus een VVR-GIS ontstaat. Deze koppeling biedt namelijk mogelijkheden om de benodigde gegevens te verkrijgen op het niveau van wegvakken, kruispunten en routes in specifieke regio's en om verkeersveiligheidsmaatregelen te beoordelen op dit niveau. Een GIS is daarnaast ook uitermate geschikt om de verschillende soorten gegevens te bundelen en op kaartbeelden te presenteren. Het is voor een eventuele koppeling aan een GIS wel belangrijk dat in het GIS ongevalgegevens, wegkenmerken en verkeersintensiteiten zijn gekoppeld. Sinds het najaar van 2003 beschikken wegbeheerders over de applicatie Wegkenmerken+ van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) waarmee de meest relevante kenmerken van de weg en het verkeer verzameld kunnen worden en vervolgens gekoppeld worden aan het NWB. Wegkenmerken+ voldoet daarmee dus aan de eisen die hierboven aan een GIS gesteld werden.

### 1.3. De VVR-GIS

VVR-GIS staat voor de Verkeersveiligheidsverkenner voor de regio in een GIS-omgeving. Dé VVR-GIS bestaat niet, zoals in *Hoofdstuk 2* uitgelegd wordt. Iedere wegbeheerder en elk adviesbureau kan zijn eigen VVR-GIS ontwikkelen. Wanneer in dit rapport gesproken wordt over de VVR-GIS, bedoelen we de VVR in een GIS-omgeving, onafhankelijk van welk GIS daarbij gebruikt is.

De afgelopen jaren heeft de SWOV samengewerkt met een aantal adviesbureaus en overheidspartijen aan de ontwikkeling van een VVR-GIS.



Adviesbureau VIA verzorgt momenteel de koppeling aan een GIS en heeft de gebruikersinterface ontwikkeld. Het resultaat van deze samenwerking is de VVR-GIS 3.0. Deze is ontwikkeld in het kader van het Transumo-project *Gebiedsgericht Integraal Veiliger*. Binnen Transumo, dat staat voor TRANSition SUsustainable MOBility, werken meer dan 150 bedrijven, overheden en kennisinstellingen samen om kennis te ontwikkelen op het gebied van transitie naar duurzame mobiliteit. Transumo is in 2004 gestart en subsidieert activiteiten en projecten vanuit het subsidieprogramma Besluit Subsidies Investerings Kennisinfrastructuur (Bsik).

Met de VVR-GIS 3.0 kunnen pakketten van infrastructurele maatregelen doorgerekend worden op regionaal en provinciaal niveau of eventueel een niveau daaronder (grote gemeentes). Infrastructurele maatregelen zijn maatregelen waarbij de inrichting van specifieke kruispunten of wegvakken aangepast wordt. Deze maatregelen worden daarom in dit rapport locatiegebonden maatregelen genoemd. In de VVR-GIS 3.0 zijn ook enkele maatregelen beschikbaar die betrekking hebben op handhaving. Deze maatregelen zijn dus niet locatiegebonden. Educatieve maatregelen zijn (nog) niet beschikbaar in de VVR-GIS. De reden hiervoor is dat van dit type maatregelen geen goede effectschattingen bekend zijn. Dit doet echter niets af aan het belang van educatieve maatregelen.

De berekeningsmethode van de VVR-GIS 3.0 en de daarvoor benodigde gegevens (bijvoorbeeld effectschattingen van maatregelen) zijn zorgvuldig ontwikkeld en samengesteld. De eindgebruiker zal zich echter moeten blijven realiseren dat een berekeningsmethode altijd gebaseerd is op een model voor de werkelijkheid en daarmee niet altijd de werkelijkheid precies beschrijft. Ook de rekenmethode van de VVR-GIS 3.0 zal niet in alle gevallen de werkelijkheid goed genoeg beschrijven. Zo zitten er in de schattingen van absolute aantallen (bespaarde) ongevallen en slachtoffers onzekerheden. Wellicht dat deze onzekerheden bij een toegenomen kennis in de toekomst kunnen worden aangegeven, bijvoorbeeld door middel van betrouwbaarheidsintervallen. Met de huidige kennis van de mechanismen achter het verkeerssysteem en van de effecten van maatregelen is dat echter nog niet mogelijk. Bij het vergelijken van maatregelscenario's (het totaal aan maatregelpakketten dat in een regio wordt toegepast) spelen deze onzekerheden echter een minder grote rol. De VVR-GIS is daarom zeer geschikt voor het vergelijken van verschillende maatregelscenario's, dat wil zeggen voor het beantwoorden van de vraag welke samenstelling van maatregelpakketten in een regio het meest kosteneffectief is. De onzekerheden in de absolute waarden blijven bestaan, maar bij het vergelijken van de deze absolute aantallen vallen de onzekerheden als het ware tegen elkaar weg.

#### 1.4. Leeswijzer

Dit rapport bevat een uitgebreide beschrijving van de rekenkern van de VVR-GIS 3.0. Het rapport laat zien welke verkeersveiligheidsmaatregelen doorgerekend kunnen worden, welke gegevens daarvoor nodig zijn, welke gegevens de gebruiker ter beschikking heeft na de berekeningen en welke rekenmethoden gehanteerd worden.

In *Hoofdstuk 2* wordt de structuur van een VVR-GIS besproken om duidelijk te maken uit welke onderdelen een VVR-GIS bestaat en welke delen de

SWOV ontwikkelt en beheert. *Hoofdstuk 3* bevat een globaal overzicht van de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 om de lezer een idee te geven van de verschillende rekenstappen die doorlopen worden. *Hoofdstukken 4 t/m 8* bespreken elk een van de rekenstappen.

*Hoofdstuk 9* bevat berekeningen die geen deel uitmaken van de VVR-GIS 3.0 zelf, maar wel belangrijk zijn voor de werking ervan. Om de leesbaarheid van *Hoofdstukken 4 t/m 8* niet te verstoren met zijdelingse informatie worden deze berekeningen dus in een apart hoofdstuk gegeven. Het laatste hoofdstuk (*Hoofdstuk 10*) bevat aanbevelingen.

## 1.5. Afbakening rapport en doelgroep

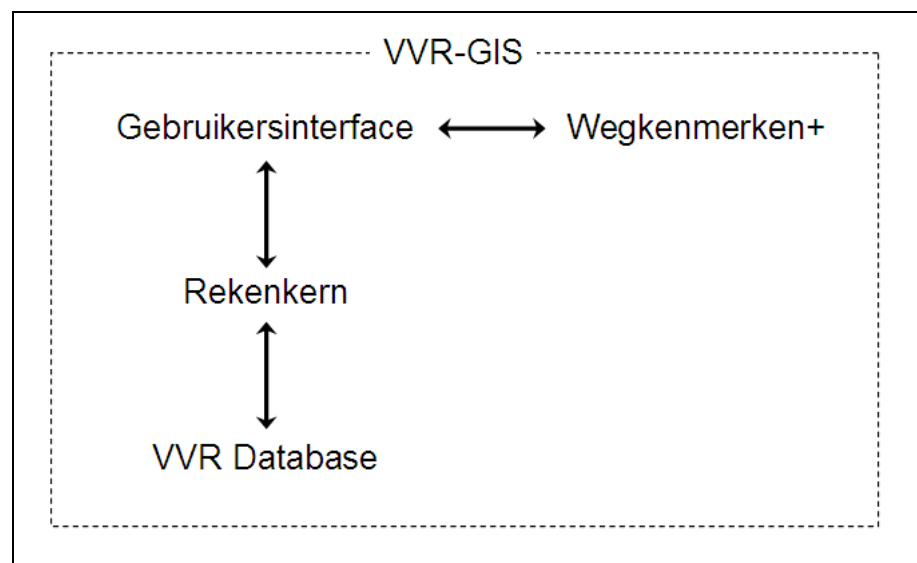
De primaire doelgroep van dit rapport is de eindgebruiker van de VVR-GIS 3.0, dus de wegbeheerder of beleidsmaker die de effecten van het toepassen van bepaalde verkeersveiligheidsmaatregelen wil doorrekenen. De eindgebruiker die alleen geïnteresseerd is in een globaal overzicht van een VVR-GIS, wordt aangeraden alleen *Hoofdstuk 2 en 3* en de eerste paragrafen van *Hoofdstukken 4 t/m 8* te lezen.

Lezers die meer willen weten over de gebruikte methoden en gegevens in de VVR-GIS 3.0 kunnen deze details halen uit *Hoofdstukken 4 t/m 9*. In deze hoofdstukken worden alle rekenstappen van de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 besproken. Ook worden in deze hoofdstukken de benodigde gegevens besproken en verantwoord.

In dit rapport wordt niet ingegaan op de programmeercode van de rekenkern van de VVR-GIS 3.0. Dit rapport is dus niet voldoende voor externe partijen die de rekenkern willen integreren in een eigen softwareapplicatie. Zij worden verwezen naar de integratiehandleiding (Reurings, 2008; in SWOV, 2009a).

## 2. Structuur van de VVR-GIS

Een VVR-GIS is een softwareapplicatie. Deze bestaat uit een aantal onderdelen (zie *Afbeelding 2.1*). De gebruiker ziet alleen de 'gebruikersinterface' – de kaarten, knoppen en menu's. De berekeningen worden gedaan door de zogenoemde 'rekenkern' – een aparte softwaremodule. Deze rekenkern maakt gebruik van allerlei gegevens, zoals informatie over groeiscenario's voor de mobiliteit; deze gegevens zitten in de 'VVR Database'. Ten slotte haalt de gebruikersinterface informatie over het wegennet uit een externe database met wegkenmerken. In de huidige opzet van de VVR-GIS wordt daarvoor gebruikgemaakt van de applicatie Wegkenmerken+, een GIS die door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV, nu DVS) ontwikkeld is voor regionale en lokale wegbeheerders in Nederland.



Afbeelding 2.1. Schematische weergave van de samenhang tussen de verschillende onderdelen van een VVR-GIS waarbij, als voorbeeld van een GIS, Wegkenmerken+ is genomen.

In dit hoofdstuk zal de onderlinge samenhang tussen verschillende onderdelen van een VVR-GIS besproken worden. De rekenkern en VVR Database zijn en blijven in het beheer van de SWOV. Ze worden besproken in *Paragrafen 2.1 en 2.2*. De andere twee onderdelen, de gebruikersinterface en het GIS, moeten door andere partijen ontwikkeld worden; zij komen aan de orde in *Paragrafen 2.3 en 2.4*.

### 2.1. De rekenkern van de VVR-GIS

De SWOV heeft de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 ontwikkeld en houdt dit in beheer. De rekenkern bestaat uit een enkele module die ervoor bedoeld is om de verkeersveiligheidseffecten van verschillende, door een gebruiker gekozen, maatregelpakketten door te rekenen. Hierbij wordt rekening gehouden met de groei van de mobiliteit voor verschillende scenario's (zie *Paragraaf 9.2*). Naast verkeersveiligheids- en mobiliteitsberekeningen voert de rekenkern ook een kosten-batenanalyse uit.

Aan de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 kunnen in de toekomst nieuwe modules toegevoegd worden, in samenwerking met andere (onderzoeks)instituten dan de SWOV. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld een milieumodule en aan een mobiliteitsmodule. Het doel van een milieumodule is om de effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen op het milieu te bepalen.

Uitgebreidere mobiliteitsberekeningen zijn in de toekomst misschien gewenst om de effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen op de mobiliteit door te rekenen. Het kan immers gebeuren dat verkeer zich als gevolg van bepaalde maatregelen anders over een netwerk verdeelt. Dit kan een indirect effect op de verkeersveiligheid hebben: de hoeveelheid verkeer op wegvakken en kruispunten verandert en als gevolg daarvan veranderen ook de verwachte aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

In een pilotstudy in de regio Arnhem-Nijmegen hebben Wismans, Wijnen & Sliker (2008) laten zien dat het meenemen van mobiliteitseffecten leidt tot iets andere resultaten: wanneer de mobiliteitseffecten meegenomen worden, wordt in hun studie een daling van 1,6% van het aantal ongevallen gevonden in tegenstelling tot de 1,8% die gevonden wordt wanneer geen rekening wordt gehouden met de mobiliteitseffecten. Wismans, Wijnen & Sliker (2008) bevelen aan om de mogelijkheden voor een koppeling van de VVR-GIS aan een verkeersmodel verder te verkennen (zie verder *Hoofdstuk 10*).

De berekeningen worden gedaan in een aantal stappen. Dit worden rekenstappen genoemd. Elk van deze stappen wordt uitgebreid besproken in een van de *Hoofdstukken 4 t/m 8*. *Hoofdstuk 3* laat in het kort de samenhang tussen de rekenstappen zien.

## 2.2. De VVR Database

Voor de berekeningen zijn allerlei gegevens nodig. Een deel van deze gegevens, zoals te kiezen maatregelpakketten en hun effecten, ligt vast en staat in een database (de VVR Database genoemd) die door de SWOV gevuld en beheerd wordt. De bijlagen van dit rapport bevatten een deel van de gegevens in de VVR Database. In *Hoofdstuk 9* worden de achterliggende berekeningen voor de informatie in de VVR Database gegeven.

De rekenkern en de bijbehorende VVR Database (SWOV, 2009a) worden (kosteloos) beschikbaar gesteld aan wegbeheerders, adviesbureaus en andere geïnteresseerde partijen. Zij kunnen hun eigen interface (laten) ontwikkelen en een koppeling met een GIS verzorgen. Deze onderdelen van een VVR-GIS worden in de volgende twee paragrafen besproken.

## 2.3. De gebruikersinterface

Een gebruikersinterface verzorgt de communicatie tussen de eindgebruiker van de VVR-GIS en de rekenkern. Via de gebruikersinterface van de VVR-GIS moeten eindgebruikers (wegbeheerders, beleidsmakers, en dergelijke) op eenvoudige wijze aan kunnen geven welke locatiegebonden en regionale maatregelpakketten ze willen toepassen, en waar en wanneer ze dat willen doen. De gebruiker kan, nadat de berekeningen van de rekenkern zijn voltooid, alle resultaten opvragen en bekijken.

Voor de berekeningen van de VVR-GIS zijn gegevens nodig die per gebruiker kunnen verschillen, bijvoorbeeld de regio waarin de VVR-GIS toegepast wordt en het aantal ongevallen en slachtoffers in een aantal voorgaande jaren in die regio. De ontwikkelaar van de gebruikersinterface kan ervoor kiezen om deze informatie door de eindgebruiker via de gebruikersinterface in te laten voeren, maar het is ook mogelijk deze informatie in een apart bestand vast te leggen waaruit dan de benodigde informatie aan de VVR-GIS gegeven kan worden.

#### 2.4. Externe database met wegkenmerken – GIS

Om het voor een gebruiker makkelijk te maken om wegvakken en kruispunten te selecteren waarop hij maatregelpakketten wil toepassen, kan de gebruikersinterface gekoppeld worden aan een GIS-omgeving. Voor alle geselecteerde wegvakken en kruispunten moeten bepaalde kenmerken bekend zijn, zoals de gemiddelde etmaalintensiteit. Een adviesbureau kan zelf een GIS maken waarin de gewenste kenmerken beschikbaar zijn, maar de SWOV beveelt momenteel aan gebruik te maken van Wegkenmerken+. Dit is een applicatie ontwikkeld door DVS (vroeger AVV), die gebaseerd is op het Nationaal Wegenbestand (NWB) en het mogelijk maakt informatie over weg- en verkeerskenmerken op te slaan en te raadplegen. Wegkenmerken+ is voornamelijk het meest geschikte GIS om in de VVR-GIS te gebruiken, omdat deze in principe de weg- en kruispuntkenmerken bevat die nodig zijn. Het huidige rekendeel is daarom ook sterk gericht op Wegkenmerken+, waarmee bedoeld wordt dat dezelfde coderingen voor bijvoorbeeld wegcategorieën gebruikt worden. Om de toepasbaarheid te vergroten is het wel van belang om Wegkenmerken+ voldoende te vullen.

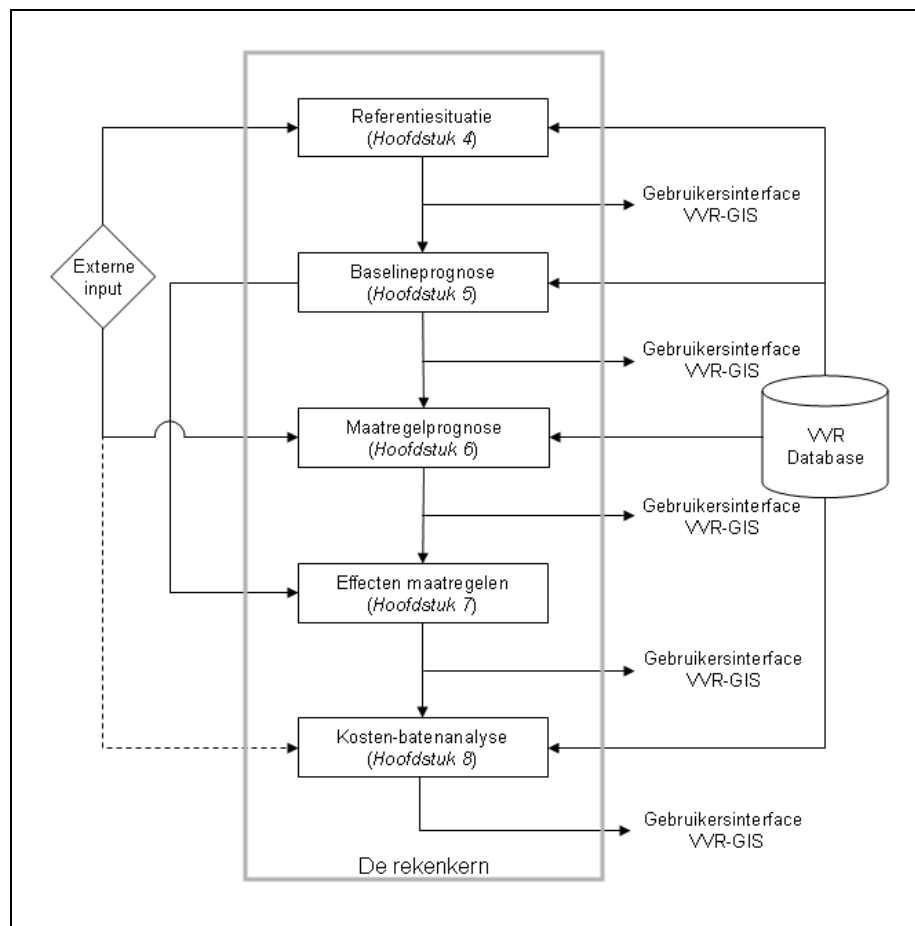
### 3. De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 in vogelvlucht

De rekenkern voert zijn berekeningen in een aantal stappen uit; dit worden rekenstappen genoemd. De rekenstappen zijn:

- berekening van de referentiesituatie;
- berekening van de baselineprognoses;
- berekening van de maatregelprognoses;
- berekening van de effecten van maatregelpakketten;
- de kosten-batenanalyse.

In dit hoofdstuk wordt kort de samenhang tussen de verschillende stappen aangegeven.

Afbeelding 3.1 geeft schematisch de samenhang weer tussen de rekenstappen, de VVR Database en de externe input. Dit schema wordt hieronder kort toegelicht.



Afbeelding 3.1. Schematische weergave van de verschillende rekenstappen die de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 doorloopt.

De rekenstappen staan in het schema binnen de dikke grijze lijn. Voor elke rekenstap staat het hoofdstuk genoemd waarin deze besproken wordt. Aan de basis van de berekeningen ligt de verkeers- en verkeersveiligheids-

situatie in een door de gebruiker te kiezen jaar en regio. Dit wordt de referentiesituatie genoemd. Onder allerlei aannamen over de toekomstige groei van de hoeveelheid verkeer en veranderingen van het risico om betrokken te raken bij een verkeersongeval, wordt de referentiesituatie vervolgens gebruikt om twee typen prognoses te doen voor de verkeersveiligheidssituatie in toekomstige jaren:

1. prognoses waarbij geen rekening wordt gehouden met eventueel door de gebruiker gekozen (locatiegebonden en/of regionale) maatregel-pakketten;
2. prognoses waarbij wel rekening wordt gehouden met eventueel door de gebruiker gekozen (locatiegebonden en/of regionale) maatregel-pakketten.

Het eerste type prognoses worden de baselineprognoses genoemd; het tweede type de maatregelprognoses. Het effect van de door de gebruiker gekozen maatregelpakketten op de verkeersveiligheid in een toekomstig jaar wordt berekend als het verschil tussen de baseline- en maatregelprognose voor dat jaar. De laatste stap is het uitvoeren van een kosten-batenanalyse.

Voor elke rekenstap is specifieke input nodig om de berekening uit te kunnen voeren. Deze input komt ofwel uit een voorgaande rekenstap, ofwel uit de VVR Database, ofwel uit een externe bron (bijvoorbeeld Wegkenmerken+ of invoer van de gebruiker). Wanneer een rekenstap gegevens nodig heeft uit een externe bron, wordt dit aangegeven met een doorgetrokken lijn. Wanneer een rekenstap gegevens nodig heeft die eventueel door een gebruiker ingevoerd kunnen worden, wordt dit aangegeven met een stippellijn. Wanneer de gebruiker deze gegevens niet invoert, worden standaardgegevens uit de VVR Database gebruikt.

Elke rekenstap resulteert in specifieke output. Deze output wordt deels gebruikt in volgende rekenstappen. Via de gebruikersinterface kan de output door de gebruiker opgevraagd en bekeken worden.

## 4. De referentiesituatie

### 4.1. Wat is de referentiesituatie?

De referentiesituatie vormt de basis voor de berekeningen. Het beschrijft de verkeers- en verkeersveiligheidssituatie van een regio in een bepaald jaar. Dit jaar wordt het referentiejaar genoemd en wordt door de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 gekozen. Ook de regio wordt door de gebruiker gekozen. De VVR-GIS 3.0 kent twintig regio's: zeven kaderwetgebieden, twaalf (rest)provincies en heel Nederland (zie *Bijlage 1*).

De verkeerssituatie in het referentiejaar wordt beschreven door de hoeveelheid verkeer per weg- en kruispuntcategorie in de regio. De vijf wegcategorieën die in de VVR-GIS 3.0 onderscheiden worden, zijn:

- gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom;
- erftoegangsweg binnen de bebouwde kom;
- gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom;
- erftoegangsweg buiten de bebouwde kom;
- stroomweg (altijd buiten de bebouwde kom).

De zes kruispuntcategorieën die momenteel in de VVR-GIS onderscheiden worden, zijn:

- kruispunt tussen twee stroomwegen;
- kruispunt tussen een stroomweg en een gebiedsontsluitingsweg;
- kruispunt tussen een stroomweg en een erftoegangsweg;
- kruispunt tussen twee gebiedsontsluitingswegen;
- kruispunt tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg;
- kruispunt tussen twee erftoegangswegen.

Deze weg- en kruispuntcategorieën volgen uit de categorisering binnen Duurzaam Veilig.

De verkeersveiligheidssituatie in het referentiejaar wordt beschreven door:

- de werkelijke aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie in de regio;
- het ongevalsrisico per weg- en kruispuntcategorie (zie *Paragraaf 4.4.1* voor definitie);
- twee 'ernstmaten' die de afloop van de ongevallen beschrijven (zie *Paragraaf 4.4.1* voor definities).

De cijfers die de verkeers- en verkeersveiligheidssituatie beschrijven worden referentiecijfers genoemd. Deze zijn nodig om andere berekeningen, zoals die voor de baselineprognoses, uit te voeren. Voor de berekening van de referentiecijfers zijn enkele externe basisgegevens nodig. Dit zijn basisgegevens die niet in de VVR Database opgenomen zijn, maar door de gebruiker (zie *Paragraaf 2.3*) aan de rekenkern van de VVR-GIS meegegeven moeten worden. Deze externe gegevens en eventuele eisen daaraan worden in *Paragraaf 4.2* nader genoemd. Hoe de referentiecijfers worden berekend, wordt in *Paragraaf 4.3 en 4.4* uitgelegd.



#### 4.2. Externe basisgegevens voor de rekenkern van de VVR-GIS 3.0

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 heeft voor zijn berekeningen bepaalde externe basisgegevens nodig. Deze worden in deze paragraaf kort toegelicht.

##### *De regio waarop de gebruiker de VVR-GIS 3.0 toe wil passen*

De berekeningen worden altijd voor een enkele, door de gebruiker bepaalde, regio uitgevoerd. Om dit rapport leesbaar te houden wordt, bij de uitleg van de berekeningen, niet steeds specifiek gemeld dat het om een gekozen regio gaat.

##### *Het referentiejaar*

De berekeningen worden uitgevoerd voor een door de gebruiker gekozen referentiejaar. Vanwege de beschikbare gegevens in de VVR Database, kan alleen gerekend worden wanneer als referentiejaar 2006 of later wordt gekozen. In dit rapport zal het referentiejaar aangeduid worden met  $t_{ref}$ .

##### *De verkeersprestatie per weg- en kruispuntcategorie in het referentiejaar*

Voor een wegcategorie is de verkeersprestatie gedefinieerd als het aantal kilometers (in miljoenen) dat in een jaar door motorvoertuigen afgelegd is op wegvakken van de betreffende categorie. Voor een kruispuntcategorie is de verkeersprestatie gedefinieerd als het aantal motorvoertuigen (in miljoenen) dat per jaar kruispunten van de betreffende categorie passeert.

##### *Het geregistreeerde aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie in het referentiejaar*

De aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie fluctueren sterk over de jaren. Aanbevolen wordt daarom om niet de aantallen ongevallen en slachtoffers in een enkel jaar te gebruiken, maar het gemiddelde ervan over verscheidene jaren.

#### 4.3. Het ophogen van geregistreeerde aantallen

Het aantal ongevallen en het aantal slachtoffers dat daarbij valt, zijn in werkelijkheid hoger dan blijkt uit de registraties van de politie. Niet alle ongevallen en slachtoffers worden namelijk door de politie geregistreeerd. Beleidsdoelstellingen zijn echter veelal geformuleerd in termen van een maximaal werkelijk aantal doden en ziekenhuisgewonden. Om aan te sluiten bij de praktijk van de eindgebruiker van de VVR-GIS 3.0 wordt daarom ook gerekend met werkelijke aantallen. De geregistreeerde aantallen ongevallen en slachtoffers (die uit BRON gehaald worden) worden in de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 daartoe vermenigvuldigd met de zogenoemde ophoogfactoren om schattingen van de werkelijke aantallen te krijgen. Dit gaat voor letselongevallen als volgt:

$$I_{c, \text{werkelijk}} = I_{c, \text{geregistreeerd}} * f_{\text{ongeval}}$$

waar

$I_{c, \text{geregistreeerd}}$  = het geregistreeerde aantal letselongevallen op weg- of kruispuntcategorie  $c$ ;

$I_{c, \text{werkelijk}}$  = het geschatte werkelijke aantal letselongevallen op weg- of kruispuntcategorie  $c$ ;

$f_{\text{ongeval}}$  = de ophoogfactor voor letselongevallen.

Het schatten van het werkelijke aantal doden en ziekenhuisgewonden gaat op dezelfde wijze. Er wordt verder gerekend met deze opgehoogde aantallen, we zullen dat niet steeds specifiek vermelden.

De ophoogfactoren voor doden, ziekenhuisgewonden en letselongevallen per regio zijn opgenomen in de VVR Database. Hoe deze factoren bepaald zijn, wordt uitgelegd in *Paragraaf 9.1*.

#### 4.4. Het ongevalsrisico en twee ernstmaten

##### 4.4.1. Definities

Het ongevalsrisico (ook wel kortweg risico genoemd) is in dit rapport en in de VVR-GIS 3.0 gedefinieerd als het aantal letselongevallen gedeeld door de verkeersprestatie. Naast het ongevalsrisico zijn ook de volgende twee 'ernstmaten' van belang:

1. het aantal slachtoffers (doden plus ziekenhuisgewonden) per letselongeval;
2. het aantal doden per 100 slachtoffers.

De eerste ernstmaat geeft een indicatie van de gemiddelde ernst van letselongevallen: hoe hoger, hoe meer slachtoffers er gemiddeld vallen bij een letselongeval. De 'dodelijkheid' van letselongevallen wordt beschreven door de tweede ernstmaat: hoe hoger, hoe meer slachtoffers van letselongevallen komen te overlijden.

Het ongevalsrisico en de twee ernstmaten worden voor elke weg- en kruispuntcategorie apart uitgerekend op basis van de bekende gegevens voor het gekozen referentiejaar. In de VVR-GIS wordt aangenomen dat in het referentiejaar de ernstmaten voor alle wegvakken en kruispunten die behoren tot dezelfde categorie, dezelfde waarden hebben. Bijvoorbeeld, alle erftoegangswegen binnen de bebouwde kom hebben hetzelfde risico.

##### 4.4.2. Berekeningen

Het ongevalsrisico  $r_c$  in het referentiejaar voor wegvakken of kruispunten van categorie  $c$  wordt als volgt berekend:

$$r_c = lo_c / vp_c,$$

waar

$lo_c$  = het aantal letselongevallen op alle wegvakken of kruispunten behorend tot categorie  $c$  in het referentiejaar;

$vp_c$  = de verkeersprestatie op alle wegvakken of kruispunten behorend tot categorie  $c$  in het referentiejaar.

De twee andere ernstmaten, genoteerd als  $em_{1,c}$  en  $em_{2,c}$ , worden als volgt uitgerekend:

$$em_{1,c} = s_c / lo_c, \quad em_{2,c} = 100 * do_c / s_c,$$

waar

$do_c$  = het aantal doden op alle wegvakken en kruispunten behorend tot categorie  $c$  in het referentiejaar;

$s_c$  = het aantal slachtoffers (doden én ziekenhuisgewonden) op alle wegvakken of kruispunten behorend tot categorie  $c$  in het referentiejaar.

#### 4.5. Overzicht output referentiesituatie

Na de bovenstaande berekeningen kunnen voor het referentiejaar de volgende gegevens worden opgevraagd:

- de verkeersprestatie per weg- en kruispuntcategorie;
- het ongevalsrisico per weg- en kruispuntcategorie;
- het (opgehoogde) aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie;
- het (opgehoogde) aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden, gesommeerd over alle weg- en kruispuntcategorieën.

## 5. De baselineprognoses

### 5.1. Wat is een baselineprognose?

Een baselineprognose voor een jaar na het referentiejaar bevat het verwachte aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden voor dat jaar, waarbij geen rekening gehouden wordt met de effecten van lokale of regionale maatregelen. Immers, de VVR-GIS is er juist voor bedoeld om de effecten van lokale en/of regionale maatregelen afzonderlijk te berekenen. De baselineprognoses zijn gebaseerd op ontwikkelingen waar de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen (directe) invloed op heeft. Dit noemen we autonome ontwikkelingen.

In plaats van direct het aantal ongevallen, doden en ziekenhuisgewonden voor een toekomstig jaar te schatten, worden eerst de mobiliteit en het risico voor dat jaar geschat. De VVR-GIS 3.0 houdt hierbij rekening met de volgende autonome ontwikkelingen:

- de verandering van de mobiliteit;
- de autonome verandering van het risico.

Met veranderingen in de mobiliteit (waar de gebruiker dus geen invloed op heeft) moet in de VVR-GIS rekening gehouden worden, omdat in principe het aantal ongevallen en slachtoffers af- of toeneemt wanneer de mobiliteit af- of toeneemt. Immers, hoe meer verkeer, hoe meer verkeersdeelnemers er bij een ongeval betrokken kunnen raken (zie *Paragraaf 5.3* voor de mobiliteitsberekeningen).

De autonome verandering van het risico is het gevolg van:

- landelijke verkeersveiligheidsmaatregelen; dit kunnen zowel nieuwe maatregelen zijn als maatregelen die al in het verleden genomen zijn;
- lokale en regionale maatregelen die in het verleden zijn genomen;
- leereffecten: verkeersdeelnemers leren bijvoorbeeld hoe ze veiliger aan het verkeer deel kunnen nemen en autofabrikanten leren hoe ze voertuigen veiliger kunnen maken.

De berekeningen voor de autonome verandering van het risico staan in *Paragraaf 5.4*.

Wanneer zowel de verkeersprestatie als het risico van een weg- of kruispuntcategorie in een bepaald jaar berekend is, is het eenvoudig om een schatting te geven van het aantal letselongevallen in dat jaar: dit is simpelweg het product van die twee. Onder de aanname dat zowel het aantal slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) per letselongeval als het aantal doden per 100 slachtoffers nooit verandert ten opzichte van het referentiejaar, kan ook de baselineprognose voor het aantal doden en ziekenhuisgewonden bepaald worden. Hoe dit precies in zijn werk gaat, staat in *Paragraaf 5.5*.

Voordat de baselineprognoses berekend kunnen worden, moet eerst bepaald worden voor welke jaren dit moet gebeuren. Hoe deze jaren bepaald worden, wordt uitgelegd in *Paragraaf 5.2*.

## 5.2. De rekenperiode

Eén van de eerste berekeningen die uitgevoerd wordt, is het bepalen van de rekenperiode. Deze periode bestaat uit de jaren waarvoor de rekenkern de baselineprognoses, de maatregelprognoses (*Hoofdstuk 6*) en de besparingen (*Hoofdstuk 7*) bepaalt. De gebruiker van de VVR-GIS 3.0 kan voor alle jaren in de rekenperiode de resultaten bekijken. Het jaar waarin de gebruiker geïnteresseerd is (omdat voor dat jaar bijvoorbeeld doelstellingen geformuleerd zijn), moet dus in de rekenperiode liggen, maar hoeft niet noodzakelijk het laatste jaar van de rekenperiode te zijn.

Het eerste jaar van de rekenperiode is altijd het jaar na het referentiejaar. Het laatste jaar van de rekenperiode is ten minste gelijk aan het referentiejaar plus 30. Om een kosten-batenanalyse uit te voeren (zie *Hoofdstuk 8*) zijn namelijk voor minstens 30 jaar de kosten en baten van de toegepaste maatregelpakketten nodig. Wanneer de gebruiker een locatiegebonden maatregelpakket heeft toegepast waarvoor geldt dat het jaar van invoering plus de werkingsperiode (zie *Paragraaf 6.3.2*) verder ligt dan 30 jaar na het referentiejaar, dan wordt dat genomen als laatste rekenjaar. In dit rapport noteren we het laatste rekenjaar met  $t_{max}$ .

## 5.3. Groei verkeersprestatie

De verkeersprestatie per weg- of kruispuntcategorie groeit ieder jaar met een bepaald percentage ten opzichte van het voorgaande jaar, afhankelijk van het mobiliteitsscenario. De VVR-GIS 3.0 kent vier verschillende mobiliteitsscenario's. Deze zijn gebaseerd op de vier toekomstscenario's binnen de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) die door drie planbureaus is uitgevoerd (Janssen et al., 2006). Ze worden kort toegelicht in *Paragraaf 9.2*.

Stel nu dat we onder mobiliteitsscenario  $A$  de verkeersprestatie  $vp_{A,c,t}$  in jaar  $t$  ( $t > t_{ref}$ ) op weg- of kruispuntcategorie  $c$  willen bepalen. Dan is voor ieder jaar tussen  $t_{ref}$  en  $t$  de veranderingsfactor voor de verkeersprestatie op categorie  $c$  nodig. Deze veranderingsfactor noteren we met  $g_{A,c,t}$ . Deze geeft de groei van de verkeersprestatie in jaar  $t$  ten opzichte van jaar  $t-1$ . Er geldt dus:

$$vp_{A,c,t} = g_{A,c,t} * vp_{A,c,t-1},$$

wat herschreven kan worden als

$$vp_{A,c,t} = g_{A,c,1} * \dots * g_{A,c,t} * vp_c.$$

De verkeersprestatie op weg- of kruispuntcategorie  $c$  in het referentiejaar wordt in deze formule gegeven door  $vp_c$ , net als in *Paragraaf 4.4.2*. Merk op dat de verkeersprestatie in het referentiejaar niet van het mobiliteitsscenario afhangt.

Om de berekeningen uit te voeren zijn dus veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie nodig per jaar, per weg- en kruispuntcategorie en per mobiliteitsscenario. Deze factoren zijn in de VVR Database opgenomen. In *Paragraaf 9.2* wordt beschreven hoe op basis van gegevens van de

verschillende mobiliteitsscenario's de gewenste veranderingsfactoren geschat kunnen worden.

#### 5.4. Autonome verandering van het risico

Het risico verandert ieder jaar ten opzichte van het voorgaande jaar als gevolg van ontwikkelingen waarop de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen invloed heeft. Stel dat we voor weg- of kruispuntcategorie  $c$  het baselineriesico  $br_{c,t}$  in jaar  $t$  willen berekenen, dus zonder rekening te houden met eventueel toegepaste maatregelpakketten. Dan is voor ieder jaar tussen  $t_{ref}$  en  $t$  de veranderingsfactor voor het risico op weg- of kruispuntcategorie  $c$  nodig. Deze factor noteren we met  $f_{c,t}$ . Er geldt dan:

$$br_{c,t} = f_{c,t} * br_{c,t-1} = f_{c,1} * \dots * f_{c,t} * r_c.$$

Net als voor het risico in het referentiejaar geldt dat het baselineriesico van een individueel wegvak of kruispunt gelijk is aan het baselineriesico van de categorie waar het wegvak of kruispunt toe behoort.

Om de berekeningen uit te voeren zijn dus veranderingsfactoren voor het risico nodig, voor ieder jaar in de rekenperiode, iedere regio en iedere weg- en kruispuntcategorie. Vooralsnog gaan we ervan uit dat de autonome veranderingsfactoren niet verschillen tussen de regio's. Deze benodigde factoren zijn in de VVR Database opgenomen. In *Paragraaf 9.3* is beschreven hoe deze veranderingsfactoren bepaald zijn.

#### 5.5. Het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden

De baselineprognose  $b_{lo_{A,c,t}}$  voor het aantal letselongevallen in jaar  $t$  op weg- of kruispuntcategorie  $c$  onder aanname van mobiliteitsscenario  $A$ , wordt als volgt berekend:

$$b_{lo_{A,c,t}} = br_{c,t} * vp_{A,c,t}.$$

De baselineprognose voor het aantal slachtoffers per weg- en kruispuntcategorie wordt berekend onder de aanname dat de ernstmaten (*Paragraaf 4.4*) niet veranderen over de jaren. Dus, het aantal slachtoffers per letselongeval op weg- of kruispuntcategorie  $c$  in jaar  $t$  is gelijk aan  $em_{1,c}$  en het aantal doden per 100 slachtoffers in jaar  $t$  op weg- of kruispuntcategorie  $c$  is gelijk aan  $em_{2,c}$ . De baselineprognoses voor het aantal slachtoffers ( $b_{s_{A,c,t}}$ ) en voor het aantal doden ( $b_{do_{A,c,t}}$ ) in jaar  $t$  op weg- of kruispuntcategorie  $c$  onder aanname van mobiliteitsscenario  $A$ , worden als volgt berekend:

$$b_{s_{A,c,t}} = b_{lo_{A,c,t}} * em_{1,c};$$

$$b_{do_{A,c,t}} = b_{s_{A,c,t}} * em_{2,c} / 100.$$

De baselineprognose voor het aantal ziekenhuisgewonden ( $b_{zi_{A,c,t}}$ ) op weg- of kruispuntcategorie  $c$  in jaar  $t$  onder aanname van mobiliteitsscenario  $A$ , wordt vervolgens bepaald door het aantal slachtoffers in de baselineprognose te verminderen met het aantal doden:

$$b_{zi_{A,c,t}} = b_{s_{A,c,t}} - b_{do_{A,c,t}}.$$

## 5.6. Overzicht baselineprognose

Na de bovenstaande baselineberekeningen kunnen voor elk mobiliteits-scenario en alle jaren na het referentiejaar de volgende gegevens worden opgevraagd:

- de verkeersprestatie per weg- en kruispuntcategorie;
- het baselinerisico per weg- en kruispuntcategorie;
- de baselineprognose voor het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie;
- de baselineprognose voor het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden, gesommeerd over alle weg- en kruispunt-categorieën.

## 6. De maatregelprognoses

### 6.1. Wat is een maatregelprognose?

Nadat voor ieder jaar de baselineprognoses bepaald zijn, kunnen de effecten van maatregelen doorgerekend worden. Dit resulteert in de zogeheten maatregelprognoses. Een maatregelprognose is een voorspelling van het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden in een jaar wanneer er wel rekening gehouden wordt met de effecten van eventueel geselecteerde maatregelen.

Er zijn twee typen maatregelpakketten: regionale en locatiegebonden maatregelpakketten. De eerste hebben effect op de verkeersveiligheid van de hele regio, de tweede alleen op de locatie waar de maatregel is genomen. De VVR Database bevat voor ieder maatregelpakket reductiefactoren voor het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Voor regionale maatregelpakketten zijn deze factoren per weg- en kruispuntcategorie gegeven, aangezien het effect van een regionale maatregel per weg- en kruispuntcategorie kan verschillen. Het extra controleren van helmgebruik door bromfietzers zal bijvoorbeeld weinig effect hebben op de veiligheid van stroomwegen.

De effecten van toegepaste maatregelpakketten worden berekend ten opzichte van de baselineprognoses. Dit betekent dat de aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden volgens de baselineprognoses vermenigvuldigd worden met de reductiefactoren van de gekozen locatiegebonden en regionale maatregelpakketten. Het maakt niet uit of eerst de effecten van locatiegebonden of eerst van regionale maatregelpakketten berekend worden. Voor de beschrijving is de eenvoudigste volgorde echter eerst de regionale (*Paragraaf 6.2*) en dan de locatiegebonden maatregelpakketten (*Paragraaf 6.3*).

### 6.2. Regionale maatregelpakketten

In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe de effecten van regionale maatregelpakketten worden berekend (*Paragraaf 6.2.2*). Om de berekeningen uit te voeren zijn gegevens nodig, deze worden besproken in *Paragraaf 6.2.1*.

#### 6.2.1. Benodigde gegevens

De gebruiker van de VVR-GIS 3.0 kan kiezen uit de regionale maatregelpakketten in *Tabel 6.1*. In *Bijlage 2* is van elke van deze maatregelpakketten een korte beschrijving te vinden.

Voor elk te kiezen regionaal maatregelpakket zijn drie veranderingsfactoren bekend: één voor letselongevallen, één voor doden en één voor ziekenhuisgewonden. Deze veranderingsfactoren zijn opgenomen in de VVR Database en in *Tabel 6.1*.

Ook zijn de kosten van de regionale maatregelpakketten bekend. Deze zijn nodig opdat totale kosten per jaar uitgerekend kunnen worden. De kosten



zijn ook in de VVR Database en in *Tabel 6.1* opgenomen. Het gaat hier om standaardwaarden. De gebruiker kan deze kosten eventueel aanpassen.

Regionaal maatregelpakket	Veranderingsfactoren			Kosten
	Letselongevallen	Doden	Ziekenhuisgewonden	
Intensivering handhaving alcohol	0,965	0,96	0,97	-
Intensivering handhaving gordelgebruik	0,998	0,997	0,999	€ 100.000
Handhaving helmgebruik door bromfietzers*	0,972	0,983	0,962	€ 260.000
* Deze maatregel heeft geen effect op stroomwegen				

Tabel 6.1. De regionale maatregelpakketten die met de VVR-GIS 3.0 doorgerekend kunnen worden, met de veranderingsfactoren en de kosten per jaar.

Ten slotte moet de gebruiker aangeven in welke jaren elk geselecteerd regionaal maatregelpakket uitgevoerd wordt. Er wordt aangenomen dat dit soort maatregelpakketten alleen effect heeft in het jaar waarin ze worden toegepast.

#### 6.2.2. Berekening effecten

De veranderingsfactoren van een regionaal maatregelpakket behorend bij weg- of kruispuntcategorie  $c$  werken op het totale aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden op alle wegvakken of kruispunten van categorie  $c$ .

In deze paragraaf gebruiken we  $lo_{A,c,t}$ ,  $do_{A,c,t}$  en  $zi_{A,c,t}$  om respectievelijk de aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden op weg- of kruispuntcategorie  $c$  in jaar  $t$  onder mobiliteitsscenario  $A$  aan te duiden, waarbij nog geen rekening is gehouden met regionale en locatiegebonden maatregelpakketten. Het gaat dus om de aantallen volgens de baseline-prognose.

Stel dat er in jaar  $t$  effecten zijn van in totaal  $P$  regionale maatregelpakketten en dat de drie veranderingsfactoren van maatregelpakket  $p$  ( $p = 1, \dots, P$ ) gegeven worden door  $V_{lo,p}$ ,  $V_{do,p}$  en  $V_{zi,p}$ . Het aantal letselongevallen ( $reg\_lo_{A,c,t}$ ), doden ( $reg\_do_{A,c,t}$ ) en ziekenhuisgewonden ( $reg\_zi_{A,c,t}$ ) na het doorrekenen van de effecten van de  $P$  maatregelpakketten wordt dan berekend door:

$$reg\_lo_{A,c,t} = lo_{A,c,t} * V_{lo,1} * \dots * V_{lo,P};$$

$$reg\_do_{A,c,t} = do_{A,c,t} * V_{do,1} * \dots * V_{do,P};$$

$$reg\_zi_{A,c,t} = zi_{A,c,t} * V_{zi,1} * \dots * V_{zi,P}.$$

Hierbij nemen we aan dat de maatregelpakketten onafhankelijk van elkaar zijn. Als er geen regionale maatregelpakketten gekozen zijn, geldt dat  $reg\_lo_{A,c,t} = lo_{A,c,t}$  en dergelijke.

### 6.3. Locatiegebonden maatregelpakketten

Om met de VVR-GIS 3.0 locatiegebonden maatregelen door te rekenen, zijn effectschattingen nodig. Sommige maatregelen hebben echter op zichzelf geen effect op de verkeersveiligheid. Bijvoorbeeld, het verlagen van de snelheidslimiet naar 60 km/uur heeft waarschijnlijk geen effect als de weg er hetzelfde uit blijft zien. Pas als er aanvullende maatregelen genomen worden, bijvoorbeeld de asmarkering wordt weggehaald, zal er een effect optreden. In de VVR-GIS 3.0 wordt daarom gewerkt met maatregelpakketten: een locatiegebonden maatregelpakket bestaat dus uit een of meer locatiegebonden maatregelen waarvan het gezamenlijke effect op de verkeersveiligheid bekend wordt verondersteld. *Bijlage 3* geeft een korte beschrijving van de locatiegebonden maatregelpakketten die met de VVR-GIS 3.0 doorgerekend kunnen worden en waar de gebruiker dus uit kan kiezen.

Behalve effectschattingen van maatregelpakketten zijn voor de berekeningen nog meer gegevens nodig. Het gaat hier om twee typen gegevens: gegevens over de locatie waar het maatregelpakket toegepast gaat worden (*Paragraaf 6.3.2*) en gegevens over het toe te passen maatregelpakket (*Paragraaf 6.3.1*).

#### 6.3.1. Benodigde gegevens over de locaties

De gebruiker van de VVR-GIS 3.0 moet aangeven voor welke wegvakken en/of kruispunten er welke maatregelpakketten doorgerekend moeten worden. Voor deze wegvakken en kruispunten zijn gegevens nodig om de berekeningen te kunnen doen. Het gaat om:

- de categorie waar het wegvak of kruispunt toe behoort;
- de verkeersprestatie, in miljoenen voertuigkilometers;
- in het geval van wegvakken de weglengte in meters;
- een unieke code zodat de wegvakken en kruispunten onderscheiden kunnen worden;
- de inrichting van een wegvak of kruispunt.

Deze gegevens zitten bijvoorbeeld in Wegkenmerken+, maar andere GIS-omgevingen die deze gegevens bevatten kunnen ook gebruikt worden.

De inrichting van een wegvak of kruispunt wordt in de VVR-GIS 3.0 beschreven door kenmerken. De VVR-GIS 3.0 gebruikt dezelfde kenmerken als Wegkenmerken+. Voor wegvakken gaat het om de volgende kenmerken:

- de breedte van de obstakelvrije zone;
- de snelheidslimiet;
- de aanwezigheid van rijrichtingscheiding en, indien aanwezig, het type;
- de aanwezigheid van een parallelvoorziening en, indien aanwezig, het type;
- de aanwezigheid van een parkeervoorziening en, indien aanwezig, het type;
- het aantal drempels of plateaus;
- de aanwezigheid van kantmarkering en, indien aanwezig, het type;
- het type fietsvoorziening;
- de geslotenverklaring;
- de aanwezigheid van een pechvoorziening en, indien aanwezig, het type;
- het aantal erfaansluitingen;

- de aanwezigheid van snelheidscamera's.

Voor kruispunten zijn de volgende kenmerken van belang:

- de voorrangsregeling;
- de kruispuntverhoging;
- de kruispuntvorm;
- de aanwezigheid van VRI;
- de aanwezigheid van roodlichtcamera's.

Voor elk kenmerk dat hierboven genoemd is, is een aantal waarden mogelijk. Deze waarden worden in de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 'kenmerkopties' genoemd. Een door de gebruiker ingevoerd wegvak of kruispunt kan per kenmerk slechts één kenmerkoptie hebben. In *Bijlage 4* staat een overzicht van alle mogelijke kenmerkopties per kenmerk. De kenmerkopties komen ook volledig overeen met de mogelijke waarden van de kenmerken in Wegkenmerken+.

### 6.3.2. *Benodigde gegevens over de locatiegebonden maatregelpakketten*

De gebruiker moet aangeven welke locatiegebonden maatregelpakketten hij wil toepassen. De rekenkern biedt de mogelijkheid om voor een gekozen wegvak of kruispunt aan te geven welke maatregelpakketten daar mogen worden toegepast, waaruit de gebruiker dan kan kiezen. Het is niet mogelijk een maatregelpakket door te rekenen op een wegvak of kruispunt waarop deze helemaal niet toegepast mag worden. De toepasbaarheid van een maatregelpakket wordt bepaald door de weg- of kruispuntcategorie en door bepaalde kenmerken en kenmerkopties van het wegvak of kruispunt, zie hieronder.

Voor elk gekozen locatiegebonden maatregelpakket moet de gebruiker ook aangeven in welk jaar het ingevoerd wordt. Het eerste jaar waarin op 1 januari het gehele pakket is ingevoerd, geldt als jaar van invoering. In de VVR-GIS 3.0 kan gekozen worden uit de locatiegebonden maatregelpakketten in 0, die allemaal opgenomen zijn in de VVR Database. Deze database bevat voor alle maatregelpakketten een aantal gegevens. Deze gegevens worden hieronder beschreven.

#### *Weg- of kruispuntcategorie*

Per maatregelpakket is aangegeven op welke categorie(ën) wegen of kruispunten het pakket toegepast mag worden. Het is immers niet zo dat alle maatregelpakketten zomaar overal uitgevoerd kunnen worden: een rotonde kan bijvoorbeeld nooit aangelegd worden op kruispunten op een stroomweg.

#### *Kenmerken en kenmerkopties*

Of het mogelijk is een maatregel op een specifiek wegvak of kruispunt toe te passen, hangt ook af van bepaalde kenmerken en de geldende kenmerkopties van dat wegvak of kruispunt. Een roodlichtcamera kan bijvoorbeeld alleen geplaatst worden als er op het kruispunt wel een VRI is en nog geen roodlichtcamera.

Voor elke maatregel is vastgesteld door welke kenmerken zijn toepasbaarheid bepaald wordt. Voor elk van deze kenmerken is vervolgens vastgesteld voor welke kenmerkopties de maatregel niet toegepast kan worden. Een locatiegebonden maatregelpakket kan in de VVR-GIS 3.0 toegepast worden

op een wegvak of kruispunt als ten minste een van de maatregelen binnen het pakket toegepast kan worden.

#### *Effectschattingen*

Voor elk pakket zijn in de database drie veranderingsfactoren gegeven: voor het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Deze factoren beschrijven het effect van het maatregelpakket op deze drie aantallen. Momenteel zijn voor elk maatregelpakket de drie veranderingsfactoren gelijk, behalve voor het maatregelpakket 'Plaatsen snelheidscamera'.

#### *Werkingsperiode*

De werkingsperiode van een maatregelpakket is het aantal jaren dat het pakket invloed heeft op de verkeersveiligheid. De werkingsperiode start in het jaar van invoering. Voor veel infrastructurele maatregelpakketten is de werkingsperiode gelijk gesteld aan 30 jaar, maar er zijn uitzonderingen.

#### *Kosten*

Voor de kosten-batenanalyse (zie *Paragraaf 8.2.1*) zijn de kosten nodig van de maatregelpakketten. Omdat het kan voorkomen dat een bepaalde maatregel in een maatregelpakket niet toegepast wordt, maar de overige wel, moeten de kosten van die maatregel in zo'n geval niet meegenomen worden. Daarom zijn in de database niet de kosten per maatregelpakket, maar per maatregel gegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen implementatiekosten (wat kost het om de maatregel toe te passen?) en exploitatiekosten, waaronder de onderhoudskosten worden verstaan. Sommige maatregelen hebben kosten per kilometer, andere maatregelen per stuk of per wegvak/kruispunt.

#### *Maatregelpakketgroep*

Er zijn maatregelpakketten die niet tegelijkertijd op hetzelfde wegvak of kruispunt toegepast kunnen worden. Een kruispunt kan bijvoorbeeld niet met zowel een rotonde als plateau uitgerust worden. Daarom zijn de maatregelpakketten verdeeld over een aantal maatregelpakketgroepen; uit elke groep mag hooguit één maatregelpakket toegepast worden.

### 6.3.3. *Berekening effecten*

De berekening van het effect van locatiegebonden maatregelpakketten op de verkeersveiligheid van een specifiek wegvak of kruispunt bestaat uit een aantal stappen. In de eerste stap wordt voor ieder jaar in de rekenperiode de verkeersprestatie op dat wegvak of kruispunt berekend. Stel dat het wegvak of kruispunt tot categorie *c* behoort. Dan wordt, analoog aan de formules in *Paragraaf 5.3*, onder aanname van mobiliteitsscenario *A*, de lokale verkeersprestatie  $vp_{A,loc,t}$  in jaar *t* als volgt berekend:

$$vp_{A,loc,t} = g_{A,c,t} * vp_{A,loc,t-1} = g_{A,c,1} * \dots * g_{A,c,t} * vp_{loc},$$

waar  $vp_{loc}$  de verkeersprestatie van het wegvak of kruispunt is in het referentiejaar en dus onafhankelijk van een mobiliteitsscenario.

In de volgende stap wordt voor ieder jaar in de rekenperiode het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden bepaald dat op het specifieke wegvak of kruispunt zou plaatsvinden/vallen, waarbij al wel

rekening is gehouden met de effecten van eventuele regionale maatregelpakketten.

Stel dat  $lo_{A,c,t}$  het aantal letselongevallen is in jaar  $t$  op alle wegvakken of kruispunten van categorie  $c$  onder aanname van mobiliteitsscenario  $A$  nadat regionale maatregelpakketten zijn doorgerekend. Het deel hiervan dat plaatsvindt op het specifieke wegvak of kruispunt wordt als volgt berekend:

$$lo_{A,loc,t} = (lo_{A,c,t} / vp_{A,c,t}) * vp_{A,loc,t}$$

Analoge berekeningen gelden voor de doden, ziekenhuisgewonden, de andere wegvakken en kruispunten en de overige jaren.

In de laatste stap wordt ten slotte het aantal letselongevallen en slachtoffers bepaald op het wegvak of kruispunt na toepassen van de locatiegebonden maatregelpakketten. Stel dat er in jaar  $t$  op een wegvak of kruispunt effecten zijn van in totaal  $P$  locatiegebonden maatregelpakketten en noem  $V_{lo,p}$ ,  $V_{do,p}$  en  $V_{zi,p}$  de drie reductiefactoren van maatregelpakket  $p$  ( $p = 1, \dots, P$ ). De aantallen letselongevallen ( $loc\_lo_{A,loc,t}$ ), doden ( $loc\_do_{A,loc,t}$ ) en ziekenhuisgewonden ( $loc\_zi_{A,loc,t}$ ) op dat lokale wegvak of kruispunt na het doorrekenen van de effecten van de  $P$  maatregelpakketten zijn dan:

$$loc\_lo_{A,loc,t} = lo_{A,loc,t} * V_{lo,1} * \dots * V_{lo,P}$$

$$loc\_do_{A,loc,t} = do_{A,loc,t} * V_{do,1} * \dots * V_{do,P}$$

$$loc\_zi_{A,loc,t} = zi_{A,loc,t} * V_{zi,1} * \dots * V_{zi,P}$$

Hierbij nemen we aan dat de verschillende maatregelpakketten afhankelijk van elkaar zijn. Dit houdt in dat letselongevallen en slachtoffers die door het ene maatregelpakket al bespaard zijn, niet nog een keer door een ander maatregelpakket bespaard kunnen worden. Vanwege deze aanname kunnen we het product van de reductiefactoren nemen als schatting van het gezamenlijk effect. In sommige gevallen, namelijk wanneer twee maatregelpakketten onafhankelijk van elkaar zijn, zal dit leiden tot een onderschatting van het effect (zie Janssen, 2005: 25).

Het kan voorkomen dat een maatregelpakket toegepast wordt op een wegvak of kruispunt waar een of meer maatregelen in het maatregelpakket al doorgevoerd zijn. Bijvoorbeeld, de snelheidslimiet is al wel verlaagd naar 30 km/uur, maar de inrichting is nog niet aan deze nieuwe limiet aangepast. Het effect van de resterende maatregelen in het maatregelpakket is niet bekend. Er zijn dan twee aannamen mogelijk:

- de overgebleven maatregelen in het maatregelpakket hebben geen effect, zij leiden niet tot een afname in het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden op het betreffende wegvak of kruispunt;
- het effect van de overgebleven maatregelen in het maatregelpakket is gelijk aan het effect van het gehele maatregelpakket, de reductiefactoren van het maatregelpakket zoals opgenomen in de VVR Database worden gebruikt.

In de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 hebben we de laatste aanname gedaan. Dit zal in sommige gevallen leiden tot een overschatting van het effect.

#### 6.4. Totale aantallen

De volgende stap in de berekeningen is het bepalen van het totale aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispunt-categorie voor de hele regio. Om het verwachte aantal letselongevallen op weg- of kruispuntcategorie  $c$  in jaar  $t$  te bepalen is het niet voldoende om de letselongevallen op alle geselecteerde wegvakken of kruispunten behorend tot weg- of kruispuntcategorie  $c$  bij elkaar op te tellen; er moet namelijk ook rekening gehouden worden met de wegvakken en kruispunten behorende tot categorie  $c$  waarop geen locatiegebonden maatregelpakketten zijn toegepast. Hoe dit gaat, wordt in deze paragraaf beschreven.

De aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden in jaar  $t$  op weg- of kruispuntcategorie  $c$  onder mobiliteitsscenario  $A$ , na het doorrekenen van de effecten van regionale maatregelpakketten (en dus *niet* locatiegebonden maatregelpakketten) noteren we net als in *Paragraaf 6.3.3* met  $lo_{A,c,t}$ ,  $do_{A,c,t}$  en  $zi_{A,c,t}$ . In *Paragraaf 6.3.3* hebben we vervolgens laten zien hoe berekend wordt hoeveel van deze aantallen plaatsvinden/vallen op wegvakken of kruispunten waarop nog locatiegebonden maatregelen toegepast gaan worden (nl. met  $lo_{A,loc,t} = (lo_{A,c,t}/vp_{A,c,t}) * vp_{A,loc,t}$ ). Om precies te zijn hebben we dit voor één wegvak of kruispunt laten zien, het totaal krijg je door per categorie te sommeren over alle wegvakken of kruispunten. Dit levert dan  $\Sigma lo_{A,loc,t}$ ,  $\Sigma do_{A,loc,t}$  en  $\Sigma zi_{A,loc,t}$ : de aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden op wegvakken of kruispunten waarop locatiegebonden maatregelen toegepast zijn, maar met het effect waarvan nog geen rekening gehouden is. Vervolgens hebben we laten zien hoe de aantallen per wegvak of kruispunt berekend kunnen worden, rekening houdend met zowel de regionale als de locatiegebonden maatregelpakketten (nl. met  $loc\_lo_{A,loc,t} = lo_{A,loc,t} * V_{lo,1} * \dots * V_{lo,p}$ ). Ook deze kunnen weer per categorie gesommeerd worden over alle gekozen wegvakken of kruispunten. Deze totalen duiden we aan met  $\Sigma loc\_lo_{A,loc,t}$ ,  $\Sigma loc\_do_{A,loc,t}$  en  $\Sigma loc\_zi_{A,loc,t}$ .

Het totale aantal letselongevallen in jaar  $t$  op weg- of kruispuntcategorie  $c$  is dan gelijk aan:

$$lo_{A,c,t} - \Sigma lo_{A,loc,t} + \Sigma loc\_lo_{A,loc,t}$$

De uitleg van deze formule is als volgt. Het verschil  $lo_{A,c,t} - \Sigma lo_{A,loc,t}$  is het aantal letselongevallen op die wegen of kruispunten van categorie  $c$  waarop géén locatiegebonden maatregelpakketten toegepast gaan worden, waarbij rekening is gehouden met de effecten van de toegepaste regionale maatregelpakketten. Bij dit aantal moet  $\Sigma loc\_lo_{A,loc,t}$  weer opgeteld worden. Dit is immers het aantal letselongevallen op de wegen of kruispunten van categorie  $c$  waarop wél locatiegebonden maatregelpakketten toegepast worden, waarbij rekening is gehouden met de effecten van zowel de regionale als locatiegebonden maatregelpakketten.

Voor doden en ziekenhuisgewonden gelden soortgelijke berekeningen.

#### 6.5. Het risico van individuele wegvakken en kruispunten

Om de gebruiker inzicht te geven in de lokale effecten van de toegepaste maatregelpakketten, wordt voor elk jaar in de rekenperiode voor alle

wegvakken en kruispunten waarop locatiegebonden maatregelpakketten zijn toegepast het risico berekend op basis van de verkeersprestatie en het verwachte aantal letselongevallen.

#### 6.6. **Overzicht maatregelprognose**

Na de berekeningen kunnen voor elk mobiliteitsscenario en voor alle jaren na het referentiejaar de volgende gegevens worden opgevraagd:

- het ongevalsrisico per weg- en kruispuntcategorie;
- het ongevalsrisico voor alle wegvakken en kruispunten waarop locatiegebonden maatregelpakketten zijn toegepast;
- het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie;
- het aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden, gesommeerd over alle weg- en kruispuntcategorieën.

## 7. De effecten van maatregelpakketten

Wanneer de maatregelprognoses zijn berekend, worden de effecten van de toegepaste maatregelpakketten berekend. Deze effecten worden uitgedrukt in de bespaarde aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

### 7.1. Bespaarde aantallen

Het gaat bij de bespaarde aantallen letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden niet om de besparingen ten opzichte van het referentiejaar, maar ten opzichte van de baselineprognose. Op deze manier geven de bespaarde aantallen namelijk alleen de effecten van de toegepaste maatregelpakketten weer en niet van allerlei ontwikkelingen waar de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen invloed op heeft.

De berekening van het bespaarde aantal letselongevallen is eenvoudig. Als  $bp_{A,c,t}$  respectievelijk  $mp_{A,c,t}$  het aantal letselongevallen volgens de baselineprognose, respectievelijk volgens de maatregelprognose, is op weg- of kruispuntcategorie  $c$ , in jaar  $t$  en onder mobiliteitsscenario  $A$ , dan wordt het corresponderende bespaarde aantal letselongevallen  $ba_{A,c,t}$  als volgt berekend:

$$ba_{A,c,t} = bp_{A,c,t} - mp_{A,c,t}$$

Het bespaarde aantal doden en ziekenhuisgewonden voor een ander mobiliteitsscenario, jaar en andere weg- of kruispuntcategorie wordt op dezelfde manier berekend.

### 7.2. De risicodaling van individuele wegvakken en kruispunten

Om de gebruiker inzicht te geven in de lokale effecten van de toegepaste maatregelpakketten, wordt voor ieder jaar in de rekenperiode de daling van het risico berekend voor alle wegvakken en kruispunten waarop locatiegebonden maatregelpakketten zijn toegepast. Twee typen dalingen zijn voor de gebruiker interessant:

- De daling van het risico ten opzichte van het referentiejaar: deze laat zien in hoeverre de verkeersveiligheidssituatie van een individueel wegvak of kruispunt verbeterd is ten opzichte van het referentiejaar, als gevolg van autonome ontwikkelingen (mobiliteitsgroei en risicodaling) en getroffen maatregelen.
- De daling van het risico ten opzichte van de baselineprognose: deze laat zien in hoeverre de verkeerssituatie van een individueel wegvak of kruispunt verbeterd is als gevolg van de toegepaste regionale en locatiegebonden maatregelpakketten en dus niet als gevolg van de autonome ontwikkelingen.

Beide typen dalingen worden bepaald. Hoe de dalingen berekend worden, wordt uitgelegd in de volgende twee paragrafen.



### 7.2.1. De daling ten opzichte van het referentiejaar

In *Paragraaf 4.4* is uitgelegd dat voor het referentiejaar per weg- en kruispuntcategorie het risico wordt berekend en dat alle wegvakken of kruispunten het risico krijgen toegekend van de categorie waar ze toe behoren. Om de daling van het risico in jaar  $t$  ten opzichte van het referentiejaar te berekenen voor een individueel wegvak of kruispunt, zijn twee gegevens nodig:

- het risico  $r_{ref,c}$  in het referentiejaar van de categorie waar het wegvak of kruispunt toe behoort;
- het risico  $r_t$  van het betreffende wegvak of kruispunt in jaar  $t$ .

Het eerste gegeven kan direct gehaald worden uit de referentiesituatie, zie *Paragraaf 4.4*. Hoe het risico in een toekomstig jaar van een individueel wegvak of kruispunt wordt bepaald, staat in *Paragraaf 6.5*. De relatieve daling (in procenten) van het risico in jaar  $t$  ten opzichte van het referentiejaar, genoteerd als  $d_{ref,t}$ , is dan:

$$d_{ref,t} = 100 * (r_{ref,c} - r_t) / r_{ref,c}.$$

### 7.2.2. De daling ten opzichte van de baselineprognose

Om de daling van het risico in jaar  $t$  ten opzichte van de baselineprognose te berekenen voor een individueel wegvak of kruispunt, is het volgende nodig:

- het risico  $br_t$  van de categorie waar het wegvak of kruispunt toe behoort in jaar  $t$ , volgens de baselineprognose;
- het risico  $r_t$  van het betreffende wegvak of kruispunt in jaar  $t$ .

Het risico van een weg- of kruispuntcategorie in jaar  $t$  volgens de baselineprognose ( $br_t$ ) is het risico wanneer er geen maatregelpakketten toegepast zouden zijn. Bij de bepaling ervan is dus alleen rekening gehouden met de autonome ontwikkeling in de mobiliteit en het risico. Omdat er dus ook geen rekening is gehouden met locatiegebonden maatregelpakketten, is het baselinerisico van een wegvak of kruispunt gelijk aan het baselinerisico van de categorie waar deze toe behoort. In *Paragraaf 5.4* hebben we laten zien hoe het risico volgens de baselineprognose bepaald wordt. De relatieve daling (in procenten) van het risico in jaar  $t$  ten opzichte van de baselineprognose, genoteerd als  $d_{base,t}$ , is dan:

$$d_{base,t} = 100 * (br_t - r_t) / br_t.$$

## 7.3. Overzicht besparingen

Na de berekeningen kunnen voor elk mobiliteitsscenario en voor alle jaren na het referentiejaar de volgende gegevens worden opgevraagd:

- het bespaarde aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per weg- en kruispuntcategorie;
- het bespaarde aantal letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden, gesommeerd over alle weg- en kruispuntcategorieën;
- de relatieve daling van het risico ten opzichte van het referentiejaar voor alle wegvakken en kruispunten waarop een locatiegebonden maatregel-pakket is toegepast;

- de relatieve daling van het risico ten opzichte van de baselineprognose voor alle wegvakken en kruispunten waarop een locatiegebonden maatregelpakket is toegepast.

## 8. Kosten-batenanalyse

### 8.1. Wat is een kosten-batenanalyse?

In een kosten-batenanalyse worden de welvaartseffecten van een investering bepaald, bijvoorbeeld een investering in verkeersveiligheid. Dit betekent dat een kosten-batenanalyse de vraag beantwoordt of de baten van een investering vanuit maatschappelijk oogpunt opwegen tegen de kosten. Daarbij wordt niet alleen naar financiële aspecten gekeken, maar ook naar zaken als veiligheid, emissies en congestie. Op deze wijze maakt een kosten-batenanalyse het mogelijk om uitspraken te doen over de maatschappelijke rentabiliteit van een investering. Voor een nadere uitleg van kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen verwijzen we naar SWOV (2008) en Wesemann & Devillers (2003).

Binnen de VVR-GIS 3.0 wordt een kosten-batenanalyse gebruikt om verschillende keuzes van maatregelpakketten met elkaar te vergelijken. Deze vergelijking kan de gebruiker helpen om een definitieve keuze te maken tussen mogelijke combinaties van maatregelpakketten.

Om een kosten-batenanalyse uit te kunnen voeren moeten natuurlijk de kosten én de baten van de toegepaste maatregelpakketten uitgerekend worden en 'contant gemaakt worden' naar het referentiejaar met behulp van een discontovoet (een rentepercentage). Dit houdt in dat de kosten gewogen worden over de verschillende jaren, waarbij kosten die later in de tijd optreden minder zwaar meewegen dan kosten die eerder optreden. De contante kosten per jaar worden vervolgens gesommeerd over alle jaren. Door op deze manier de zogeheten contante waarden te berekenen, kunnen maatregelen met een verschillende levensduur toch met elkaar vergeleken worden. In *Paragraaf 8.2* worden de (contante waarde van de) kosten van toegepaste maatregelpakketten besproken en in *Paragraaf 8.3* de resulterende baten. In *Paragraaf 8.4* worden twee criteria besproken waarmee de kosteneffectiviteit van maatregelpakketten vergeleken kunnen worden. Ten slotte wordt in *Paragraaf 8.5* beschreven welke uitkomsten van de kosten-batenanalyse kunnen worden opgevraagd.

### 8.2. Kosten van toegepaste maatregelpakketten

Het toepassen van zowel regionale als locatiegebonden maatregelpakketten brengt kosten met zich mee. Voor ieder jaar worden de totale kosten van de toegepaste pakketten bepaald.

#### 8.2.1. *Kosten van locatiegebonden maatregelen*

De kosten van een locatiegebonden maatregelpakket zijn gegeven per maatregel. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen implementatie- en exploitatiekosten. Implementatiekosten gelden alleen in het jaar waarin de maatregel ingevoerd wordt, exploitatiekosten gelden in elk jaar van de werkingsperiode. In werkelijkheid hoeft dat niet het geval te zijn, omdat onderhoud niet elk jaar plaatsvindt. In de VVR-GIS worden die kosten echter 'uitgesmeerd' over alle jaren. Een locatiegebonden maatregel kan de volgende typen kosten hebben:

- Type 1: kosten gelijk aan nul (het instellen van een maximumsnelheid brengt niet direct kosten met zich mee);
- Type 2: kosten per wegvak of kruispunt (bijvoorbeeld het plaatsen van een bepaald verkeersbord);
- Type 3: kosten per stuk (bijvoorbeeld het aanleggen van drempels);
- Type 4: kosten per kilometer (bijvoorbeeld het aanleggen van een fietspad);
- Type 5: kosten hangen af van de aanwezige wegkenmerken (de kosten van het verwijderen van erfaansluitingen hangen bijvoorbeeld af van de hoeveelheid aanwezige erfaansluitingen).

De locatiegebonden maatregelen voor kruispunten die momenteel beschikbaar zijn in de VVR Database zijn allemaal van het tweede type: kosten per kruispunt. Van de maatregelen die kosten per stuk hebben is in de VVR Database opgenomen hoeveel stuks (drempels, snelheidscamera's) er per kilometer wegvak moeten zijn.

De berekening van de totale implementatie- en exploitatiekosten van een locatiegebonden maatregel op een wegvak hangt af van het type kosten dat de maatregel heeft:

- Type 1: zowel de implementatie- als de exploitatiekosten op het hele wegvak zijn gelijk aan nul.
- Type 2: de implementatie- en exploitatiekosten op het hele wegvak of op het kruispunt zijn gelijk aan de in de VVR Database opgenomen implementatie- en exploitatiekosten.
- Type 3: de implementatie- en exploitatiekosten op het hele wegvak zijn gelijk aan de kosten per stuk zoals in de VVR Database gegeven, vermenigvuldigd met de lengte van het wegvak en het aantal voorgeschreven 'stuks' per kilometer weglengte; dit product wordt vervolgens naar boven afgerond.
- Type 4: de implementatie- en exploitatiekosten op het hele wegvak zijn gelijk aan de kosten per kilometer weglengte zoals in de VVR Database gegeven, vermenigvuldigd met de lengte van het wegvak.
- Type 5: de implementatie- en exploitatiekosten op het hele wegvak zijn gelijk aan de kosten per stuk zoals in de VVR Database gegeven, vermenigvuldigd met het aantal aanwezige relevante wegelementen.

Onder type 5 valt momenteel slechts één locatiegebonden maatregel, namelijk het verwijderen van erfaansluitingen. Het aantal aanwezige erfaansluitingen op een wegvak bepaalt de kosten van het verwijderen van deze erfaansluitingen. Erfaansluitingen zijn in dit geval dus de relevante wegelementen.

Stel dat er  $n$  locatiegebonden maatregelen worden ingevoerd op wegvakken of kruispunten van categorie  $c$  en stel dat maatregel  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) in jaar  $t_j$  wordt ingevoerd. De kosten  $K_{c,j,t}$  van locatiegebonden maatregel  $j$  (voor het hele wegvak of kruispunt, berekend zoals hierboven beschreven) die is toegepast in jaar  $t$  op een wegvak of kruispunt van categorie  $c$  zijn dan gelijk aan:

- de implementatiekosten van maatregel  $j$  wanneer  $t = t_j$ ;
- de exploitatiekosten van maatregel  $j$  wanneer  $t_j < t < t_j + \text{werkingsperiode}$ ;
- 0 in alle andere jaren.

De totale kosten  $K_{c,t}$  in jaar  $t$  van de locatiegebonden maatregelen die zijn toegepast op wegvakken of kruispunten van categorie  $c$  zijn dan:

$$K_{c,t} = \sum_{j=1}^n K_{c,j,t}.$$

De totale kosten  $K_t$  van toegepaste locatiegebonden maatregelpakketten in jaar  $t$ , gesommeerd over alle weg- en kruispuntcategorieën zijn gelijk aan:

$$K_t = \sum_{c \in C} K_{c,t}.$$

In deze formule staat  $C$  voor de verzameling van weg- en kruispuntcategorieën.

### 8.2.2. *Kosten van regionale maatregelpakketten*

Stel dat er  $m$  regionale maatregelpakketten worden uitgevoerd en dat maatregelpakket  $j$  ( $j = 1, \dots, m$ ) wordt uitgevoerd in de jaren  $t_{j1}, \dots, t_{jq}$ . Merk op dat deze jaren niet per se aan hoeven te sluiten. De kosten  $L_{j,t}$  in jaar  $t$  voor regionaal maatregelpakket  $j$  zijn dus gelijk aan

- de jaarlijkse kosten van maatregelpakket  $j$  wanneer jaar  $t$  een van de jaren  $t_{j1}, \dots, t_{jq}$  is;
- 0 in de andere jaren.

De totale kosten  $L_t$  van de toegepaste regionale maatregelpakketten jaar  $t$  zijn gelijk aan:

$$L_t = \sum_{j=1}^m L_{j,t}.$$

### 8.2.3. *De contante waarde van de kosten*

De totale kosten in jaar  $t$  van de toegepaste maatregelpakketten zijn  $K_t + L_t$ . Voor de kosten-batenanalyse moeten de verdisconteerde kosten over alle jaren in de rekenperiode opgeteld worden. De contante waarde van de kosten  $CWK$  van alle maatregelpakketten die worden toegepast zijn dan:

$$CWK = \sum_{t=t_{\text{ref}}}^{t_{\text{max}}} \frac{K_t + L_t}{(1+R)^t},$$

waar  $R$  de rentevoet is en  $t_{\text{max}}$  het laatste jaar van de rekenperiode.

### 8.3. **Baten van toegepaste maatregelpakketten**

De baten van de toegepaste maatregelpakketten bestaan uit bespaarde maatschappelijke kosten van verkeersongevallen. Daarbij gaat het om medische kosten, productieverlies, immateriële schade, materiële schade, afhandelingskosten en filekosten. In 2003 bedroegen deze kosten 12,3 miljard euro (AVV, 2006).

Voor de berekeningen moeten de baten van toegepaste maatregelpakketten bekend zijn per bespaarde ziekenhuisgewonde en dode (uitgedrukt in euro's). Hoe dit bepaald wordt, wordt uitgelegd in *Paragraaf 9.4*. Vervolgens kunnen dan de baten per jaar in euro's berekend worden (*Paragraaf 8.3.1*) en de contante waarden gesommeerd worden over alle jaren (*Paragraaf 8.3.2*).

### 8.3.1. De baten van de toegepaste maatregelpakketten

De baten van de getroffen maatregelpakketten zijn afkomstig uit besparingen van het aantal slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) als gevolg van de toepassing van deze pakketten. Door deze besparingen uit te drukken in euro's kunnen we de baten bepalen. Dus stel dat onder mobiliteitsscenario *A* in jaar *t* op weg- of kruispuntcategorie *c* in totaal  $do_{A,c,t}$  doden en  $zi_{A,c,t}$  ziekenhuisgewonden bespaard zijn. De baten in jaar *t* voor weg- of kruispuntcategorie *c* (genoteerd als  $B_{c,t}$ ) zijn dan

$$B_{c,t} = w_{do} * do_{A,c,t} + w_{zi} * zi_{A,c,t}.$$

In deze formule zijn  $w_{do}$  en  $w_{zi}$  de waarde in euro's van een dode, respectievelijk een ziekenhuisgewonde. Voor 2003 geldt (AVV, 2006):

$$\begin{aligned} w_{do} &= 2,4 \text{ miljoen euro;} \\ w_{zi} &= 0,52 \text{ miljoen euro.} \end{aligned}$$

De totale baten  $B_t$  van locatiegebonden maatregelpakketten in jaar *t*, gesommeerd over alle weg- en kruispuntcategorieën zijn gelijk aan:

$$B_t = \sum_{c \in C} B_{c,t}.$$

### 8.3.2. De contante waarde van de baten

Analoog aan de contante waarde van de kosten, wordt de contante waarde van de baten (*CWB*) als volgt berekend:

$$CWB = \sum_{t=t_{ref}}^{t_{max}} \frac{B_t}{(1+R)^t}.$$

## 8.4. Rendementscriteria

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 berekent op basis van berekende kosten en baten van de toegepaste maatregelpakketten twee rendementscriteria: de netto contante waarde en de kosten-batenverhouding.

De netto contante waarde (*NCW*) is het saldo van de contante waarden van de baten en de kosten:

$$NCW = CWB - CWK.$$

Het toepassen van maatregelpakketten is rendabel wanneer de *NCW* positief is. De *NCW* is het meest gebruikelijke evaluatiecriterium bij een kosten-batenanalyse. Een voordeel van dit criterium is dat het saldo van

verdisconteerde kosten en baten kan worden afgewogen tegen eventuele effecten die niet in geld zijn uitgedrukt. In de VVR-GIS 3.0 gaat het dan met name om mobiliteits- en milieueffecten die (nog) niet zijn meegenomen. De gebruiker kan zelf een afweging maken tussen enerzijds de NCW van veiligheidseffecten en anderzijds eventuele (negatieve) mobiliteitsgevolgen, die kwalitatief zijn beschreven.

De kosten-batenverhouding (*KBV*) is de verhouding tussen de contante waarden van baten en kosten. Deze geeft aan in welke mate de kosten hoger liggen dan de baten:

$$KBV = B / K.$$

Dit criterium is goed bruikbaar om de rentabiliteit van maatregelpakketten van verschillende omvang en verschillende totale kosten met elkaar te vergelijken. Een aandachtspunt bij de *KBV* is dat negatieve baten niet bij de kosten geteld mogen worden, maar van de (positieve) baten worden afgetrokken. Negatieve baten tot de kosten rekenen zou ten onrechte tot een lagere *KBV* leiden. Mede om die reden raden sommigen het gebruik van de *KBV* af, zie Boardman et al. (2006).

In het algemeen wordt de NCW aanbevolen als het meest geschikte criterium (Boardman et al., 2006). Het blijkt echter dat grotere maatregelpakketten bij de NCW vaak in het voordeel zijn. Daarom raden we de gebruiker aan bij de toepassing van de VVR-GIS 3.0 de *KBV* als criterium te gebruiken om de rentabiliteit van maatregelen te vergelijken.

## 8.5. Overzicht resultaten kosten-batenanalyse

Na de berekeningen kunnen voor elk mobiliteitsscenario de volgende gegevens worden opgevraagd:

- de contante waarde van de kosten van de toegepaste regionale en locatiegebonden maatregelpakketten;
- de contante waarde van de baten van de toegepaste regionale en locatiegebonden maatregelpakketten;
- de netto contante waarde van de baten van de toegepaste regionale en locatiegebonden maatregelpakketten;
- de kosten-batenverhouding.

## 9. Berekeningen voor de VVR Database

In de VVR Database zijn alle gegevens opgenomen die nodig zijn voor de berekeningen én die door de SWOV bepaald zijn en beheerd worden. In dit hoofdstuk wordt aangegeven hoe deze gegevens bepaald zijn.

### 9.1. Ophoogfactoren per regio

In *Paragraaf 9.1.1* wordt beschreven welke ophoogfactoren de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 gebruikt om de werkelijke aantallen doden en ziekenhuisgewonden te schatten. De ophoogfactoren voor letselongevallen moesten speciaal bepaald worden. De methode die hierbij gebruikt is, wordt beschreven in *Paragraaf 9.1.2*.

#### 9.1.1. Ophoogfactoren voor doden en ziekenhuisgewonden

Ophoogfactoren voor doden en ziekenhuisgewonden worden bepaald door verschillende gegevensbestanden met elkaar te vergelijken. Het CBS bepaalt elk jaar het werkelijke aantal verkeersdoden door zijn doodsoorzakenstatistiek te vergelijken met de verkeersongevallenregistratie. Door dit werkelijke aantal te delen door het geregistreerde aantal wordt de ophoogfactor voor dat jaar verkregen.

De ophoogfactoren voor ziekenhuisgewonden worden door de SWOV geschat door de verkeersongevallenregistratie (VOR; voorloper van BRON) te vergelijken met de Landelijke Medische Registratie (LMR), waarin alle uit Nederlandse ziekenhuizen ontslagen patiënten geregistreerd zijn. Voor meer informatie hierover, zie bijvoorbeeld Polak (1997), Polak (2000) en Reurings, Bos & Van Kampen (2007).

De ophoogfactoren voor Nederland als geheel voor verschillende typen slachtoffers zijn als volgt:

- gewonden bij spoedeisende hulp: tussen 6,5 en 10;
- ziekenhuisgewonden: ongeveer 1,7;
- verkeersdoden: ongeveer 1,1.

De ophoogfactor is dus lager naarmate het letsel ernstiger is; ernstige ongevallen en slachtoffers worden namelijk beter geregistreerd dan lichte ongevallen.

Er zijn ook schattingen van ophoogfactoren voor ziekenhuisgewonden en doden per provincie (zie SWOV-kennisbank: [www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.exe](http://www.swov.nl/cognos/cgi-bin/ppdscgi.exe)). De eerste zijn geschat voor de jaren 1990-2004 en de laatste voor de jaren 1996-2007. De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 maakt per regio gebruik van de gemiddelde ophoogfactoren over de periode 1996-2004. Deze zijn gegeven in *Bijlage 1*.

#### 9.1.2. Ophoogfactoren voor letselongevallen

De rekenkern van de VVR-GIS heeft ook ophoogfactoren voor letselongevallen nodig. Deze worden niet standaard door het CBS of de SWOV bepaald en moesten dus alsnog bepaald worden. Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:

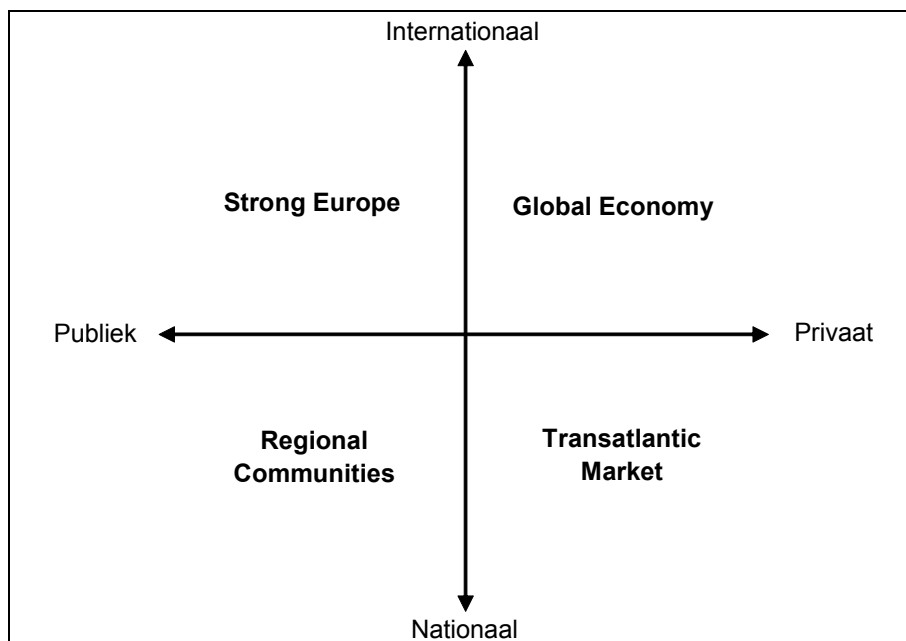


- De jaarlijkse ophoogfactoren voor dodelijke ongevallen zijn gelijk aan de jaarlijkse ophoogfactoren voor doden.
- De jaarlijkse ophoogfactoren voor ongevallen waarbij ten minste een ziekenhuisgewonde is gevallen zijn gelijk aan de jaarlijkse ophoogfactoren voor ziekenhuisgewonden.

Voor de jaren in de periode 1996-2004 zijn eerst de aantallen geregistreerde dodelijke ongevallen en ongevallen met een ziekenhuisgewonde per regio bepaald. Door deze aantallen te vermenigvuldigen met de jaarlijkse ophoogfactoren voor doden, respectievelijk ziekenhuisgewonden, krijgen we dus schattingen voor de werkelijke aantallen dodelijke ongevallen en ongevallen met een ziekenhuisgewonde. Vervolgens wordt per jaar het werkelijke aantal letselongevallen berekend als som van de dodelijke ongevallen en ongevallen met een ziekenhuisgewonde. De jaarlijkse ophoogfactor wordt dan berekend door deze som te delen door de som van het geregistreerde aantal dodelijke ongevallen en het geregistreerde aantal ongevallen met een ziekenhuisgewonde. In de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 wordt per regio het gemiddelde van de ophoogfactoren in de periode 1996-2004 gebruikt als ophoogfactor voor letselongevallen. In *Bijlage 1* zijn voor de regio's ook deze ophoogfactoren gegeven.

## 9.2. Veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 rekent de baselineprognoses uit voor vier mobiliteitsscenario's. Deze scenario's komen uit de studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) die door drie planbureaus is uitgevoerd (Janssen et al., 2006). Deze studie beschrijft vier toekomstscenario's op diverse terreinen, zoals demografie, economie, ruimtegebruik en dus ook mobiliteit. De 'zichtjaren' zijn 2020 en 2040. Dit zijn de jaren waarvan binnen de scenario's de mobiliteit wordt geprognosticeerd. De scenario's zijn opgebouwd rondom twee 'sleutelonzekerheden'. De eerste betreft de mate van internationale samenwerking op Europees en mondiaal niveau. De tweede is het niveau van publieke voorzieningen in Europa. De onzekerheden daarbij zijn of de collectieve sector wordt hervormd, of er een sterkere rol voor de overheid is weggelegd ('publiek') en hoeveel er aan de markt wordt overgelaten ('privaat'). Op basis van deze twee onzekerheden heeft het CPB vier scenario's gedefinieerd, die schematisch zijn weergegeven in *Afbeelding 9.1*.



Afbeelding 9.1. De vier WLO-scenario's op basis van twee sleutelonzekerheden (Janssen et al., 2006).

De WLO-scenario's bevatten prognoses van de mobiliteitsgroei, onder andere uitgedrukt in de verandering van het aantal motorvoertuigkilometers. In de scenario's wordt uitgegaan van voortzetting van het huidige beleid op het gebied van mobiliteit, milieu en veiligheid, waaronder het beleid dat is vastgelegd in de *Nota Mobiliteit*. Per WLO-scenario zijn er voor de jaren 2020 en 2040 indexcijfers gegeven die de toename van voertuigkilometers ten opzichte van 2000 beschrijven. De verkeersprestatie in 2000 wordt door het CBS geschat op 119 miljard voertuigkilometers. De verkeersprestatie in 2000 en de groeicijfers voor de mobiliteit in de WLO-scenario's leiden tot de verkeersprestaties in *Tabel 9.1*. De verkeersprestaties voor 2010 en 2030 en andere jaren volgen uit de veronderstelling dat de verkeersprestatie in deze jaren lineair groeit. Onder aanname van een lineaire groei hebben we de verkeersprestaties ook doorgetrokken tot en met 2050, analoog aan de methode die Aarts et al. (2008) gehanteerd hebben. In *Bijlage 5* staan de verkeersprestaties uitgesplitst naar drie wegtypen: hoofdwegennet buiten de bebouwde kom, overige wegen buiten de bebouwde kom, wegen binnen de bebouwde kom.

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	143.784	168.561	184.077	198.851
Strong Europe	138.496	156.049	169.997	179.517
Transatlantic Market	138.070	154.943	163.390	172.843
Regional Communities	131.232	138.758	135.744	129.435

Tabel 9.1. De verkeersprestatie in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's (Janssen et al., 2006; CBS).

De verkeersprestaties in *Tabel 9.1* beschrijven de verwachte situatie in de jaren 2010, 2020, 2030 en 2040 zonder rekening te houden met de invoering van Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM, prijsbeleid). Omdat ABvM wel in de *Nota Mobiliteit* is opgenomen en bovendien in de regeerakkoorden van de kabinetten Balkenende II en IV is opgenomen, houden we in de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 wel rekening met de effecten van ABvM op de mobiliteit. We gaan uit van een geleidelijke invoering die start in 2012 en voltooid is in 2016. Voor vier verschillende varianten van ABvM en de WLO-mobiliteitsscenario's is door Ecorys (2007) berekend wat de effecten zijn op de mobiliteit. Omdat nog niet bekend is welke variant het uiteindelijk gaat worden, is voor de VVR-GIS 3.0 uitgegaan van het gemiddelde effect per wegtype (over de vier varianten) per WLO-scenario. Dit levert de verkeersprestaties in *Tabel 9.2*. De verkeersprestaties per wegtype staan wederom in *Bijlage 5*.

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	143.784	155.645	169.980	183.635
Strong Europe	138.496	141.242	153.879	162.509
Transatlantic Market	138.070	140.238	147.893	156.464
Regional Communities	131.232	126.450	123.709	117.965

*Tabel 9.2. De verkeersprestatie in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's waarbij rekening is gehouden met de effecten van ABvM (Janssen et al., 2006; CBS).*

De groeifactoren die in de VVR Database zijn opgenomen, zijn bepaald door per wegtype en per WLO-scenario de verkeersprestatie in een jaar te delen door de verkeersprestatie in het voorgaande jaar. Erftoegangs- en gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom hebben uiteraard de groeifactoren voor wegen binnen de bebouwde kom toegekend gekregen. Buiten de kom is het iets lastiger. Stroomwegen zullen grotendeels tot het hoofdwegennet behoren en hebben daarom de daarbij behorende groeifactoren gekregen. Erftoegangswegen buiten de kom hebben we tot het overige wegennet laten horen en dus de daarbij behorende groeifactoren toegekend. Gebiedsontsluitingswegen buiten de kom kunnen echter tot zowel het hoofdwegennet als het overige wegennet behoren. De verhouding is niet bekend. We hebben daarom aangenomen dat de groeifactor voor een jaar en WLO-scenario voor gebiedsontsluitingswegen gelijk is aan het gemiddelde van de groeifactoren voor het hoofdwegennet en het overige wegennet voor hetzelfde jaar en WLO-scenario.

Voor de groeifactoren van de verkeersprestatie per kruispuntcategorie moest nog een extra stap uitgevoerd worden. Per kruispuntcategorie is gekeken naar de categorieën van de kruisende wegen. De groeifactor van een kruispuntcategorie in een bepaald jaar en WLO-scenario is gelijk genomen aan het gemiddelde van de groeifactoren van de twee kruisende wegcategorieën voor hetzelfde jaar en WLO-scenario. Wanneer een kruispuntcategorie zowel binnen als buiten de bebouwde kom kan voorkomen, is ook nog eens het gemiddelde genomen over de kruisende wegcategorieën binnen en buiten de bebouwde kom.

In *Bijlage 6* staan voor de vijf weg- en zes kruispuntcategorieën grafieken van de veranderingsfactoren per mobiliteitsscenario. Als gevolg van beprijzen neemt de mobiliteit in de periode 2012-2016 sterk af, wat in deze grafieken duidelijk zichtbaar als een plotselinge daling van de veranderingsfactoren. Na de invoering van beprijzen neemt de mobiliteit weer langzaam toe, te zien aan veranderingsfactoren die weer boven de 1,0 uitkomen.

### 9.3. Veranderingsfactoren voor het risico

De veranderingsfactoren voor het risico beschrijven de 'autonome' ontwikkeling van het risico. Binnen de VVR-GIS 3.0 beschouwen we deze autonome ontwikkeling als alle ontwikkelingen die het risico beïnvloeden maar buiten het bereik van de eindgebruiker van de VVR-GIS 3.0 liggen. De effecten van landelijk beleid vallen dus ook onder de autonome ontwikkelingen.

In eerdere onderzoeken van de SWOV zijn ook autonome ontwikkelingen van de verkeersveiligheid bepaald. Wesemann (2007) heeft een schatting gemaakt van de verkeersveiligheidssituatie in 2020 voor de vier WLO-scenario's. Aarts et al. (2008) hebben de methode van Wesemann (2007) in vereenvoudigde vorm toegepast om te bepalen of het streven naar 500 verkeersdoden in 2020 realistisch is, waarbij alleen uitgegaan is van het WLO-scenario Global Economy. Zij hebben ook risico's geschat tot en met 2050.

De prognoses van Aarts et al. (2008) zijn echter niet bruikbaar voor toepassing in de VVR-GIS 3.0. Er zijn namelijk verschillen met de prognoses die nodig zijn voor de VVR-GIS 3.0:

- Voor de VVR-GIS 3.0 is de autonome ontwikkeling van het risico nodig, waarbij het risico gedefinieerd is als het *aantal letselongevallen* gedeeld door de verkeersprestatie. De eerdere SWOV-studies gaan uit van aantallen *doden en/of ziekenhuisgewonden* gedeeld door de verkeersprestatie.
- In de baselineprognose voor de VVR-GIS 3.0 zijn de effecten van alle landelijke maatregelen verdisconteerd. In de baselineprognose van Aarts et al. (2008) worden echter alleen effecten van voortzetting van huidig landelijk beleid meegenomen; effecten van nieuwe landelijke maatregelen worden buiten beschouwing gelaten.
- In de baselineprognose van Aarts et al. (2008) zijn de effecten van voortzetting van huidig regionaal beleid (beleid van provincies, kaderwetgebieden en gemeenten) meegenomen. De VVR-GIS 3.0 is echter juist bedoeld om de effecten van alle regionale/lokale maatregelen door te rekenen, ongeacht of het gaat om nieuwe maatregelen, voortzetting van huidig beleid of intensivering daarvan.

In theorie is het mogelijk om de prognoses van Aarts et al. (2008) zodanig aan te passen dat ze wel geschikt zijn voor toepassing binnen de VVR-GIS 3.0. Maar om dit te doen moet het nieuwe landelijke beleid en het huidige regionale beleid bekend zijn. Dit beleid en de effecten daarvan zijn echter moeilijk te bepalen. Daarom hebben we ervoor gekozen dezelfde autonome risicodaling toe te passen als Janssen (2005) in de oorspronkelijke VVR: ieder jaar daalt het aantal doden per voertuigkilometer met 1,6% ten opzichte van het voorgaande jaar en het aantal ziekenhuisgewonden met 1,14% per jaar. Voor het aantal letselongevallen per voertuigkilometer

nemen we in de VVR-GIS 3.0 aan dat deze jaarlijks daalt met het gemiddelde van deze twee: 1,37%.

#### 9.4. De waarde van bespaarde verkeersslachtoffers

Er is een eenvoudige manier om de baten van verkeersveiligheidsmaatregelen te berekenen, waarbij de totale kosten van verkeersongevallen (12,3 miljard euro in 2003) worden gedeeld door het aantal verkeersdoden (1.088 in 2003). De baten worden dan berekend door het aantal bespaarde verkeersdoden te vermenigvuldigen met dit bedrag (ruim 11 miljoen euro). In dit bedrag zijn niet alleen de (bespaarde) kosten van dodelijke ongevallen begrepen, maar ook de kosten van letselongevallen en ongevallen met uitsluitend materiële schade. Dit wordt wel de '11-miljoen-eurotest' genoemd (SWOV, 2009b)

Omdat in de VVR de reductiepercentages voor het aantal doden en ziekenhuisgewonden voor een aantal maatregelpakketten niet altijd gelijk zijn, kan de standaard 11-miljoen-eurotest niet worden toegepast. Deze methode veronderstelt immers een constante verhouding tussen de reductie van het aantal doden en die van het aantal ziekenhuisgewonden. In de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 worden daarom aparte waarden gebruikt voor de baten van een bespaarde dode en de baten van een bespaarde ziekenhuisgewonde. Uit de AVV-cijfers die gebruikt zijn bij de berekening van de kosten van verkeersongevallen in 2003 blijkt dat de kosten van alleen dodelijke ongevallen 2,4 miljoen euro per dode bedragen (AVV, 2006). Als we alle overige kosten delen door het (werkelijke) aantal ziekenhuisgewonden, bedragen de kosten per ziekenhuisgewonde 0,52 miljoen euro. De bepaling van de kosten per ziekenhuisgewonde kan worden gezien als een alternatieve 11-miljoen-eurotest, waarbij dodelijk gewonde slachtoffers buiten de berekening zijn gelaten, maar de kosten van ongevallen met licht letsel en met uitsluitend materiële schade zijn inbegrepen. Merk op dat deze methode veronderstelt dat het reductiepercentage voor letselongevallen en ongevallen met uitsluitend materiële schade gelijk is aan het reductiepercentage van ziekenhuisgewonden.

## 10. Aanbevelingen

De betrouwbaarheid van de uitkomsten van de VVR-GIS hangt zowel af van hoe goed de methode is als van de juistheid en volledigheid van de gebruikte gegevens en kennis. In dit hoofdstuk doen we aanbevelingen voor verbeteringen op deze gebieden om de toegevoegde waarde van een VVR-GIS voor regionaal en lokaal beleid in de toekomst verder te vergroten.

### 10.1. Aanbevelingen aan de eindgebruiker

Een belangrijke voorwaarde voor succesvolle toepassing van een VVR-GIS is de beschikbaarheid van voldoende gegevens. Een deel van die gegevens is reeds in de bijbehorende databases aanwezig. Dit betreft bijvoorbeeld kennis over de opzet van het wegennet, schattingen van de mobiliteitsontwikkeling in Nederland in de komende jaren, ophoogfactoren voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden per regio, effectschattingen voor maatregelpakketten en de kosten van de onderliggende maatregelen.

Een ander – belangrijk – deel van de gegevens moet echter aangeleverd worden door de gebruiker (de regionale of lokale wegbeheerder). Dit betreft met name de infrastructurele kenmerken van wegvakken en kruispunten van dat deel van het wegennet dat deze gebruiker in beheer heeft. De huidige rekenmethode gaat uit van de beschikbaarheid van deze gegevens in de applicatie Wegkenmerken+. De mate waarin Wegkenmerken+ juist is ingevuld bepaalt in sterke mate de betrouwbaarheid van de uitkomsten van de berekeningen. Voor veel regio's zijn de benodigde gegevens op dit moment nog niet beschikbaar en extra inspanningen op dit gebied zijn dan ook zeer wenselijk. Het nut van een betere vulling van Wegkenmerken+ reikt overigens veel verder dan alleen het gebruik in een VVR-GIS.

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 en de bijbehorende VVR Database met onder meer de maatregelen en hun effectschattingen stelt de SWOV vrij ter beschikking aan iedereen die deze aan eigen software wil koppelen. Dit past in het doel van de SWOV om 'evidence-based' beleid in Nederland te stimuleren en te ondersteunen.

### 10.2. Aanbevelingen voor verbetering en uitbreiding van de methode

Het ontwikkelde instrument zal, mede op basis van ervaringen van gebruikers, de komende jaren verder ontwikkeld en verfijnd worden. Mogelijke verbeteringen worden besproken in *Paragrafen 10.2.2-10.2.4*. Ook zou de methode zodanig uitgebreid kunnen worden dat er rekening gehouden kan worden met de effecten van verkeersveiligheidsmaatregelen op mobiliteit (*Paragraaf 10.2.4*) en milieu (*Paragraaf 10.2.5*).

#### 10.2.1. Autonome ontwikkelingen

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 houdt bij het bepalen van de baselineprognoses rekening met een autonome verandering van het letselongevallenrisico. Door aan te nemen dat de twee ernstmaten (slachtoffers per letselongeval en doden per 100 slachtoffers) niet autonoom veranderen, kan ook de baselineprognose voor het aantal doden en ziekenhuis-

gewonden bepaald worden. Deze aanname is echter niet zonder meer juist. Door bijvoorbeeld verbeteringen van de voertuigveiligheid (een ontwikkeling waar de gebruiker van de VVR-GIS 3.0 geen invloed op heeft), zal het aantal slachtoffers per letselongeval en het aantal doden per 100 slachtoffers af kunnen nemen. Daarom bevelen we aan om onderzoek te doen naar de autonome ontwikkelingen van deze twee ernstmaten en deze ontwikkelingen ook mee te nemen in de berekeningen van de baselineprognoses.

#### 10.2.2. *Weg- en kruispuntcategorieën*

Duurzaam Veilig kent vijf weg- en zes kruispuntcategorieën. In de rekenkern van de VVR-GIS 3.0 wordt aangenomen dat alle wegvakken of kruispunten van een bepaalde categorie hetzelfde risico hebben. In werkelijkheid is dit natuurlijk niet zo. Binnen de categorieën zijn er grote verschillen tussen de inrichting van wegvakken of kruispunten en dus ook tussen hun risico's. Hierdoor zal een maatregel niet op alle wegen of kruispunten van eenzelfde categorie hetzelfde effect hebben. Het is dus aan te bevelen meer weg- en kruispuntcategorieën te definiëren, zodat de wegvakken of kruispunten binnen een categorie meer op elkaar lijken en hun risico's dus beter vergelijkbaar zullen zijn.

#### 10.2.3. *Kosteneffectiviteitsanalyse*

De VVR-GIS 3.0 bevat een kosten-batenmodule waarmee de (maatschappelijke) rentabiliteit van maatregelpakketten wordt berekend. Dit geeft inzicht in de vraag of de maatschappelijke baten opwegen tegen de kosten. Indien er een vast budget voor verkeersveiligheid is, en de door te rekenen maatregelpakketten geen belangrijke neveneffecten hebben op bijvoorbeeld de mobiliteit of het milieu, kan een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) ook informatie geven over welk maatregelpakket het meest kosteneffectief is. In een KEA worden per maatregel(pakket) de kosten per bespaard slachtoffer bepaald. Maatregelen kunnen dan worden geprioriteerd op basis van deze kosteneffectiviteit. KEA kan een nuttige uitbreiding van de VVR-GIS zijn indien gebruikers (vaak) te maken hebben met vaste budgetten, en gegeven dit budget maatregelen willen prioriteren.

#### 10.2.4. *Mobiliteitsmodule*

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 houdt alleen rekening met autonome ontwikkelingen in de mobiliteit en de invloed daarvan op verkeersveiligheidsmaatregelen. Het is echter goed denkbaar dat de maatregelen zélf de mobiliteit kunnen beïnvloeden. Ze kunnen er bijvoorbeeld toe leiden dat weggebruikers een andere route kiezen, die veiliger of juist onveiliger is. De verandering in mobiliteit als gevolg van de getroffen maatregelen hebben ook weer een effect op de verkeersveiligheid.

Wismans, Wijnen & Slieker (2008) deden een studie naar de toegevoegde waarde van een koppeling van een verkeersmodel met de VVR-GIS, en adviseren om de mogelijkheden daartoe verder te verkennen. Dit zou de schatting van de verkeersveiligheidseffecten kunnen verbeteren en daarnaast een meer integrale KBA (waarin mobiliteitseffecten apart worden meegenomen) mogelijk kunnen maken. Hierbij moet in gedachten worden gehouden dat het inbouwen van de functionaliteit van een verkeersmodel

binnen VVR-GIS zeer complex is. Het koppelen van de VVR-GIS aan een verkeersmodel lijkt op voorhand eenvoudiger te realiseren.

#### 10.2.5. *Milieumodule*

Het kan ook zijn dat een verkeersveiligheidsmaatregel een gunstig of ongunstig effect op het milieu heeft. Het voorbeeld in de vorige paragraaf (het kiezen van een andere route als gevolg van getroffen maatregelen) zou als gevolg kunnen hebben dat er meer kilometers afgelegd worden. Deze milieueffecten kunnen in geld worden uitgedrukt, bijvoorbeeld met kengetallen voor waardering van uitstoot en geluid. De toevoeging van een milieumodule zou het mogelijk maken om een meer integrale afweging te maken tussen verkeersveiligheidsmaatregelen. Daarbij zouden de verschillende typen effecten (mobiliteit – verkeersveiligheid – milieu) van verkeersveiligheidsmaatregelen en de kosten ervan tegen elkaar kunnen worden afgewogen. Aanbevolen wordt dan ook om een verkennende studie uit te voeren naar de mogelijkheid om een milieumodule toe te voegen.



## Literatuur

- Aarts, L.T., Weijermars, W.A.M., Schoon, C.C. & Wesemann, P. (2008). *Maximaal 500 verkeersdoden in 2020: waarom eigenlijk niet?; Maatregelpakketten en -effectschattingen om te komen tot een aangescherpte verkeersveiligheidsdoelstelling*. R-2008-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- AVV (2005). *Gebruik van beveiligingsmiddelen in auto's; Onderzoek 2004*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- AVV (2006). *Kosten verkeersongevallen; Ontwikkeling 1997-2003*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R & Weiner, D.L. (2006). *Cost-benefit analysis; Concepts and practice*. Third Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- CROW (2002). *Handboek wegontwerp – Gebiedsontsluitingswegen*. Publicatienummer 164c. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- Ecorys (2007). *Effecten aanvullende varianten eindbeeld kilometerprijs; Aanvulling op rapportage "Effecten vormgeving kilometerprijs bij variabilisatie van bpm, mrb en Eurovignet"*. Ecorys, Rotterdam.
- Elvik, R. (2000). *Cost-benefit analysis of police enforcement*. Working Paper 1 of the EU project ESCAPE. Institute of Transport Economics, Oslo.
- ETSC (1999). *Police enforcement strategies to reduce traffic casualties in Europe*. European Transport Safety Council ETSC, Brussels.
- Janssen, S.T.M.C. (2005). *De Verkeersveiligheidsverkenner gebruikt in de regio; De rekenmethode en de aannamen daarin*. R-2005-6. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Janssen, L.H.J.M., Okker, V.R. & Schuur, J. (red.) (2006). *Welvaart en leefomgeving; Een scenariostudie voor Nederland in 2040. Hoofdrapport*. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, Ruimtelijk Planbureau. Den Haag.
- Krafft, M., Kullgren, A., Lie, A. & Tingvall, C. (2005). *The use of seat belts in cars with smart seat belt reminders; Results of an observational study*. Folksam Research / Swedish National Road Administration SNRA, Stockholm / Borlänge.
- Polak, P.H. (1997). *Registratiegraad van in ziekenhuizen opgenomen verkeersslachtoffers; Eindrapport*. R-97-15. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Polak, P.H. (2000). *De aantallen in ziekenhuizen opgenomen verkeersgewonden, 1985-1997; Koppeling van gegevens van de verkeersongevallenregistratie en de registratie van de ziekenhuizen*. R-2000-26. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B. (2008). *Integratiehandleiding; Documentatie VVM 3.0*. Deliverable D\_A28 voor Transumo. SWOV, Leidschendam.

Reurings, M.C.B., Bos, N.M. & Kampen, L.T.B. van (2007). *Berekening van het werkelijk aantal in ziekenhuizen opgenomen verkeersgewonden, 1997-2003; Methode en resultaten van koppeling en ophoging van bestanden*. R-2007-8. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009a). *VVR-GIS 3.0; De rekenkern, de VVR Database en een integratiehandleiding*. Cd-rom. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009b). *Kosten van verkeersongevallen*. SWOV-Factsheet, augustus 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2008). *Kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen*. SWOV-Factsheet, juni 2008. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

TeamAlert (2004). *Effectmeting bromfietshelmcampagne*. TNS NIPO, Rapport B6716, 26 oktober 2004.

Wesemann, P. & Devillers, E.L.C. (2003). *Kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen*. R-2003-32. SWOV, Leidschendam.

Wesemann, P. (red.) (2007). *De verkeersveiligheid in 2020; Verkenning van de ontwikkelingen in mobiliteit, ongevallen en beleid*. R-2006-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wijnen, W. (red.) (te verschijnen). *Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wismans L., Wijnen, W. & Sliker, T. (2008). *Mobiliteitseffecten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Pilot koppeling VVR-GIS met verkeersmodel*. In: Een veiliger verkeer voor iedereen? Nationaal Verkeersveiligheidscongres NVVC 24 april 2008, Rotterdam.

## **Bijlagen 1 t/m 6**

<b>Bijlage 1</b>	<b>De regio's in de VVR-GIS 3.0 en hun ophoogfactoren</b>	<b>59</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Regionale maatregelpakketten</b>	<b>61</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Overzicht locatiegebonden maatregelpakketten</b>	<b>65</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Overzicht van mogelijke kenmerkopties per kenmerk</b>	<b>81</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>De verkeersprestaties naar wegtype</b>	<b>85</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie</b>	<b>87</b>



## Bijlage 1

## De regio's in de VVR-GIS 3.0 en hun ophoogfactoren

Regio	Ophoogfactoren		
	Letselongevallen	Doden	Ziekenhuisgewonden
Drenthe	1,56	1,03	1,63
Flevoland	1,67	1,03	1,73
Friesland	2,89	1,08	3,26
Groningen	1,50	1,10	1,54
Gelderland	1,57	1,07	1,61
Limburg	1,97	1,06	2,08
Noord-Brabant	1,35	1,07	1,38
Noord-Holland	1,91	1,10	1,98
Overijssel	1,67	1,05	1,73
Utrecht	1,44	1,07	1,47
Zeeland	1,21	1,02	1,23
Zuid-Holland	1,52	1,14	1,55
BRU (Bestuur Regio Utrecht)	1,44	1,07	1,47
KAN (Knooppunt Arnhem-Nijmegen)	1,57	1,07	1,61
RT (Regio Twente)	1,67	1,05	1,73
ROA (Regionaal Orgaan Amsterdam)	1,91	1,10	1,98
SH (Stadsgewest Haaglanden)	1,52	1,14	1,55
SRE (Samenw. verb. Regio Eindhoven)	1,35	1,07	1,38
SRR (Stadsregio Rotterdam)	1,52	1,14	1,55
Nederland	1,62	1,08	1,68

Tabel B.1.1. De negentien regio's die in de VVR-GIS 3.0 onderscheiden worden met de bijbehorende ophoogfactoren voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Bron: CBS/SWOV (zie Paragraaf 9.1 voor referenties).



## Bijlage 2

## Regionale maatregelpakketten

### Intensivering handhaving alcohol

Een van de maatregelen die kunnen worden genomen tegen rijden onder invloed is intensivering van politietoezicht. Politietoezicht heeft een aanzienlijke invloed op het aantal overtreeders: een verdubbeling van het aantal aselecte testen leidt tot een kwart minder overtreeders. Hierbij dient te worden aangetekend dat de meeropbrengst bij toename van het aantal testen zal afnemen. Uit een meta-analyse (Elvik, 2000) blijkt dat een verdubbeling van het toezicht leidt tot 20% minder overtreeders, maar een verdriedubbeling maar tot 30% minder overtreeders. Intensivering van toezicht blijft dus wel effect hebben maar dit effect wordt steeds minder.

Door intensivering van politietoezicht in Nederland is het alcoholgebruik in weekendnachten in de jaren 1980-2003 met 65% afgenomen. Echter, het aandeel alcoholslachtoffers is veel minder snel gedaald: met 25% in dezelfde periode. Dit komt doordat de intensivering van politietoezicht vooral effect heeft op de lichtere drinkers en minder op de groep zware drinkers, die oververtegenwoordigd zijn in het aantal alcoholslachtoffers.

Omdat puur het verhogen van het aantal testen dus minder invloed heeft op de zware drinkers en omdat de huidige omvang van handhaving in Nederland ongeveer het maximaal haalbare is, kan intensivering van politietoezicht zich daarom beter richten op het reserveren van een deel van het toezicht voor selecte testen. Daarmee bedoelen we dat de controles worden gehouden op plaatsen en tijden, waarop nu nog relatief weinig testen plaatsvinden (zoals zondag tussen 4.00 en 8.00 uur en bij sportkantines) en controles bij ongewoon of opvallend rijgedrag. Wanneer deze duidelijk zichtbaar worden uitgevoerd op specifieke plaatsen waar alcohol genuttigd wordt, kan hier ook een afschrikwekkende werking vanuit gaan (ETSC, 1999).

De precieze definitie van deze maatregel is het verdubbelen van het aantal selecte alcoholtesten in de regio, terwijl het totale aantal alcoholtesten gelijk blijft. Als voorbeeld bekijken we de situatie in heel Nederland. Er vinden jaarlijks ongeveer 2 miljoen testen plaats, waarvan ongeveer 1,6 miljoen aselecte testen zijn. De overige 400.000 testen zijn dus select. Wanneer deze maatregel landelijk doorgevoerd zou worden, zouden 800.000 alcoholtesten select worden uitgevoerd en 1,2 miljoen testen aselect.

De reductiefactor voor dit maatregelpakket zijn 0,965 voor letselongevallen, 0,96 voor doden en 0,97 voor ziekenhuisgewonden.

### Intensivering handhaving gordelgebruik

In 2007 droeg 92% van de bestuurders de autogordel. Gezien de hogere draagpercentages in enkele andere Europese landen, zoals Duitsland en Groot-Brittannië, lijkt hier nog enige winst te boeken. Op de achterbank was in 2007 het draagpercentage 65%. Daar valt dus nog meer winst te halen, hoewel handhaving lastiger is. Met name van de gordelverklikker (ook wel

seat belt reminder), waarvan de aanwezigheid bij EuroNCAP extra punten oplevert, kan een effect op het draagpercentage worden verwacht. Steeds meer fabrikanten monteren de gordelverklipper standaard in hun auto's, ook voor de bijrijderstoel en vervolgens voor alle inzittenden. Met een Zweeds onderzoek zijn de volgende stijgingspercentages van gordeldragen gevonden: met een simpele zoemer van 82 naar 93% en met een meer indringend signaal van 82 naar 99% (Krafft et al., 2005). Het aanwezigheidspercentage van de gordelverklipper (geluidsignaal of controlelampje) in het personenautopark van 2004 was 36% op bestuurdersstoel en 11% op zitplaatsen van inzittenden (AVV, 2005). Het aantal auto's met de gordelverklipper zal bij vernieuwing van het autopark geleidelijk toenemen. We verwachten dat rond 2017 alle auto's met een gordelverklipper zullen zijn uitgerust.

We gaan er hier van uit dat een draagpercentage van 95% haalbaar is door gordelverklippers in combinatie met extra handhaving. De maatregel die we hier beschrijven heeft alleen betrekking op extra handhaving. De toename van het aantal auto's met gordelverklippers beschouwen we als een autonome ontwikkeling, die geen onderdeel uitmaakt van de maatregel. Dit geldt ook voor andere ontwikkelingen die letsel ernst beperken, zoals de toename van het aantal (zij)airbags.

De definitie van de maatregel is een verhoging met 25% van het aantal mensuren dat in de regio wordt ingezet voor handhaving van gordelgebruik. Als voorbeeld nemen we de situatie in heel Nederland. In 2007 werden ongeveer 83.000 mensuren per jaar besteed aan handhaving van gordelgebruik. Bij landelijke uitvoering van deze maatregel gaat het dus om een toename van ruim 20.000 uur. We gaan ervan uit dat naast handhaving ook voorlichting zal plaatsvinden.

De reductiefactor voor dit maatregelpakket zijn 0,998 voor letselongevallen, 0,997 voor doden en 0,999 voor ziekenhuisgewonden.

## **Handhaving helmgebruik door bromfietzers**

Een helm is bedoeld om bij een ongeval de letsel ernst te reduceren. Een helm is verplicht voor bestuurders en passagiers van een bromfiets en motorfiets. Er geldt geen helmdraagplicht voor berijders van een snorfiets. De verplichting tot het dragen van een helm is voor bromfietzers ingevoerd in 1975. Jarenlang was het draagpercentage nagenoeg 100% (1996: 98,5%). Daarna nam het af (2000-2005 tussen de 91 en 95%). Het percentage passagiers met helm ligt aanmerkelijk lager (in 2004: 85%). Maar niet alleen het dragen van de helm is relevant voor letselpreventie, ook de wijze waarop de helm is vastgemaakt. Het niet-gebruiken van de kinband (ongeveer 12%) of te veel speling in de kinband (ongeveer 35%) komt veel voor en vermindert het effect van de helm aanzienlijk.

Voorlichting en handhaving zijn instrumenten om het (beter) gebruik te bevorderen. In 2001 startte het Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie (BVOM) met toezicht op diverse overtredingen waaronder het niet dragen van helmen door bromfietzers. Steeg de inzet op handhaving van bromfietshelmgebruik nog tussen 2001 en 2003, vanaf 2003 is de inzet redelijk constant. Uit een door TNS NIPO uitgevoerd evaluatieonderzoek in het kader van de bromfietshelmcampagne onder jongeren in de leeftijds-



categorie 16 t/m 21 jaar, bleek dat het dragen van een helm soms als 'niet cool' of 'hinderlijk' wordt ervaren. Maar ook bleek dat ongeveer tweederde van de bromfietzers het rijden met een losse kinband een groot risico vindt (TeamAlert, 2004).

De maatregel beoogt met intensieve voorlichting en handhaving het gebruik op 100% te krijgen, inclusief het juiste gebruik van de kinband. We gaan ervan uit dat daarvoor een verdubbeling van de handhavingsinspanning in de regio nodig is. Landelijk zou dit inhouden dat het aantal mensen van 35.000 in 2004 en 2005 verdubbeld wordt naar 70.000 mensen.

De reductiefactor voor dit maatregelpakket zijn 0,972 voor letselongevallen, 0,983 voor doden en 0,962 voor ziekenhuisgewonden.



### Inleiding

In deze bijlage worden de locatiegebonden maatregelpakketten beschreven die momenteel in de VVR Database beschikbaar zijn. Dit zijn:

- duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 30;
- duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 30;
- duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 60;
- duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 60;
- duurzaam veilig inrichten wegvakken stroomweg;
- duurzaam veilig inrichten kruispunten stroomweg;
- aanleg vrijliggend fietspad;
- aanleg vrijliggend (brom)fietspad;
- aanleg moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding en een (brom)fietspad;
- aanleg niet-overrijdbare rijrichtingscheiding en een (brom)fietspad;
- aanleg parallelweg;
- vergroten obstakelvrije zone;
- aanleg semiverharde bermen;
- aanleg bermbeveiliging WICON;
- verbieden van parkeren op en langs de rijbaan;
- plaatsen snelheidscamera;
- kruispunt ombouwen tot rotonde;
- kruispunt uitrusten met plateau;
- kruispunt inrichten als uitritconstructie;
- kruispunt uitrusten met VRI;
- plaatsen roodlichtcamera.

Voor ieder maatregelpakket wordt de volgende informatie gegeven:

- een korte omschrijving;
- de locatiegebonden maatregelen die samen het maatregelpakket vormen;
- de weg- of kruispuntcategorie(ën) waar het maatregelpakket toegepast kan worden;
- de reductiefactoren voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden;
- de werkingsperiode.

Na deze bespreking van de maatregelpakketten worden per weg- en kruispuntcategorie de verschillende maatregelpakketgroepen gegeven. Het doel van deze groepen is om te voorkomen dat onmogelijke combinaties van maatregelpakketten met de VVR-GIS 3.0 worden doorgerekend. Dit gebeurt door in de VVR-GIS 3.0 te verbieden dat er op één wegvak of kruispunt uit een maatregelpakketgroep meer dan één maatregelpakket wordt toegepast.

De rekenkern van de VVR-GIS 3.0 rekent niet met kosten per maatregelpakket, maar met kosten per maatregel. De kosten per maatregel zijn te vinden in *Tabel B.3.1*. *Tabel B.3.2* geeft de zogenoemde 'verboden combinaties van kenmerken en kenmerkopties' weer. Een maatregel kan alleen toegepast worden op een wegvak of kruispunt wanneer de

kenmerken die bij die maatregel in *Tabel B.3.2* genoemd zijn, niet de kenmerkopties hebben uit *Tabel B.3.2*.

Deze bijlage geeft alleen die informatie per maatregelpakket die nodig is voor de berekeningen. Een groot deel van deze informatie komt uit Wijnen (te verschijnen). We verwijzen dan ook naar zijn rapportage en de verwijzingen daarin voor meer achtergrondinformatie en de verantwoording

### **Duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 30**

<i>Omschrijving</i>	Bij een snelheid van 30 km/uur kunnen langzaam verkeer en motorvoertuigen op een veilige manier mengen. In een Zone 30 dient het wegbeeld daarom in overeenstemming te zijn met deze maximumsnelheid. Dit betekent dat waar nodig de omstandigheden op een zodanige manier moeten worden aangepast, dat de beoogde snelheid redelijkerwijs voortvloeit uit de aard en de inrichting van de betrokken weg en zijn omgeving. Bovendien moeten in- en uitritten van de Zone 30 duidelijk gemarkeerd worden. De verharding mag niet de indruk van twee rijstroken wekken. Verblijfsgebieden binnen de bebouwde kom dienen ingericht te worden als Zone 30. Volgens de beginselen van Duurzaam Veilig mag hier alleen autoverkeer komen dat een herkomst of bestemming heeft binnen dit gebied en moet doorgaand verkeer zo veel mogelijk geweerd worden.
<i>Maatregelen</i>	Duurzaam veilig inrichten van wegvakken Zone 30 bestaat uit de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"><li>– verlagen maximumsnelheid van 50 km/uur naar 30 km/uur;</li><li>– inrichten van duidelijke toegangspoorten tot de Zone 30;</li><li>– één rijbaan (rijloper), dus eventueel verwijderen van de asmarkering;</li><li>– snelheidsremmende maatregelen bij te brede verharding (bijvoorbeeld fietsstroken, suggestiestroken, wegversmalling of plateaus of drempels);</li><li>– bij lange rechtstanden, plaatselijke versmallingen, verlegging weg of snelheidsremmers.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,75 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 30**

<i>Omschrijving</i>	Zie omschrijving onder <i>Duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 30</i> .
<i>Maatregelen</i>	Duurzaam veilig inrichten van kruispunten Zone 30 bestaat uit de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"><li>– gelijkwaardige kruispunten, bij voorkeur T-splitsingen;</li><li>– snelheidsremmende maatregelen, waarbij de voorkeur wordt gegeven aan plateaus in plaats van punaises.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen erftoegangswegen binnen de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,75 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 60**

*Omschrijving* Wegen buiten de bebouwde kom die gecategoriseerd zijn als erftoegangs-  
weg moeten volgens de principes van Duurzaam Veilig ingericht worden als  
Zone 60. Door de samenstelling van het verkeer, relatief veel fietsers,  
langzaam gemotoriseerd verkeer en bestemmingsverkeer geldt er een  
maximumsnelheid van 60 km/uur. Het wegbeeld dient in overeenstemming  
te zijn met deze snelheid. Dat betekent dat waar nodig de infrastructuur op  
een zodanige manier moet worden aangepast, dat de beoogde snelheid  
redelijkerwijs voortvloeit uit de aard en de inrichting van de betrokken weg  
en zijn omgeving. Dat kan onder andere door snelheidsremmende maat-  
regelen te treffen. Daarnaast mag de verharding niet de indruk van twee  
rijstroken wekken. In de praktijk is de maximale intensiteit op erftoegangs-  
wegen maximaal 5.000 à 6.000 voertuigen per dag. Essentieel voor de  
effectiviteit van deze maatregel is het weren van doorgaand verkeer door  
een Zone 60.

*Maatregelen* Duurzaam veilig inrichten van wegvakken Zone 60 bestaat uit de volgende  
maatregelen:

- verlagen maximumsnelheid van 80 km/uur naar 60 km/uur;
- één rijbaan (rijloper), dus geen asmarkering;
- breedte rijbaanloper maximaal 4,5 m;
- kantmarkering alleen bij verhardingsbreedte > 4,5 m en in bijzondere  
situaties;
- fiets- of suggestiestroken bij verharding > 6,5 m;
- bij lange rechtstanden, plaatselijke versmallingen of snelheidsremmers.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op erftoegangswegen buiten de  
bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,75 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 60**

*Omschrijving* Zie omschrijving onder *Duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 60*.

*Maatregelen* Duurzaam veilig inrichten van kruispunten Zone 60 bestaat uit de volgende  
maatregelen:

- gelijkwaardige kruispunten, bij voorkeur T-splitsingen;
- snelheidsremmende maatregelen, voorkeur plateaus boven punaises.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen  
erftoegangswegen buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,53 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

## Duurzaam veilig inrichten wegvakken stroomweg

<i>Omschrijving</i>	Herinrichting van wegvakken en kruispunten op stroomwegen vindt plaats volgens de eisen van Duurzaam Veilig. Dit maatregelpakket omvat zowel fysieke maatregelen als maatregelen van juridische aard. De maatregelen kunnen zowel op wegvakken als op kruispunten getroffen worden.
<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"><li>– instellen maximumsnelheid 100 km/uur;</li><li>– fysieke (harde) rijrichtingscheiding;</li><li>– geen landbouwverkeer;</li><li>– geen erfaansluitingen;</li><li>– pechvoorzieningen (pechhavens of semi-verharde berm);</li><li>– semi-verharde zijbermstroken (wanneer pechvoorzieningen ontbreken);</li><li>– obstakelvrije zone dan wel geleiderailconstructies.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op stroomwegen buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,5 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

## Duurzaam veilig inrichten kruispunten stroomweg

<i>Omschrijving</i>	Zie omschrijving onder <i>Duurzaam veilig inrichten wegvakken stroomweg</i> .
<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"><li>– ongelijkvloerse kruisingen.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen twee stroomwegen en tussen een stroomweg en een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,5 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

## Aanleg vrijliggend fietspad

<i>Omschrijving</i>	Het aanleggen van een vrijliggend fietspad op een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom wordt gecombineerd met een geslotenverklaring voor fietsers en snorfietsers op de hoofdrijbaan. Hierdoor worden op wegvakken (kwetsbare) fietsers van het overige gemotoriseerde verkeer gescheiden. Het verschil in massa en snelheid tussen fietsers en het gemotoriseerde verkeer vereist namelijk dat op gebiedsontsluitingswegen specifieke fietsvoorzieningen worden aangebracht. Een vrijliggend fietspad of fiets/brompad verdient veelal de voorkeur. Volgens de Duurzaam Veilig-principes moet zo'n voorziening binnen de bebouwde kom worden toegepast bij een intensiteit van meer dan 6.000 à 10.000 voertuigen per etmaal en op wegen met 2x2 rijstroken. Omdat er bij vrijliggende fietspaden wel meer ongevallen plaatsvinden op kruispunten wordt er overigens aanbevolen om fietspaden op enige afstand voor het kruispunt te beëindigen. Vlak voor en
---------------------	--

op een kruispunt worden fietsers dan gemengd met het gemotoriseerde verkeer. Hierdoor zijn de fietsers beter zichtbaar.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"><li>– aanleg vrijliggend fietspad langs de rijbaan.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,95 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Aanleg vrijliggend (brom)fietspad**

*Omschrijving* Het aanleggen van een vrijliggend fietspad op een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom wordt gecombineerd met een geslotenverklaring voor (brom)fietsers op de hoofdrijbaan. Hierdoor worden op wegvakken fietsers van het overige gemotoriseerde verkeer gescheiden. Het verschil in massa en snelheid tussen (brom)fietsers en het gemotoriseerde verkeer vereist dat op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom specifieke (brom)fietsvoorzieningen worden aangebracht. Volgens Duurzaam Veilig moet zo een voorziening buiten de bebouwde kom in ieder geval worden toegepast.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"><li>– aanleg vrijliggend (brom)fietspad langs de rijbaan.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,98 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Aanleg moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding en een (brom)fietspad**

*Omschrijving* Op enkelbaanswegen met twee rijstroken en tegengestelde rijrichtingen bestaat de kans op ongevallen als gevolg van bewuste inhaalmanoeuvres, maar ook van onbewuste of onbedoelde zijdelingse verplaatsingen. Door beide rijrichtingen van elkaar te scheiden en het inhalen moeilijk te maken neemt de kans op frontale en schampongevallen aanzienlijk af. Volgens het CROW (CROW, 2002) bestaat de voorkeursoplossing uit twee doorgetrokken scheidingsstrepen met daartussen 'broodjes': bolvormige verhogingen van maximaal 0,05 m met retroreflectiestrippen. In verband met onderhoud en hulpdiensten raadt het CROW een rijrichtingscheiding in de vorm van een betonbanden af.

Een moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding kan alleen worden toegepast indien (brom)fietsers niet op de weg mogen komen, omdat inhalen niet mogelijk is of omdat de grote snelheidsverschillen leiden tot verkeers- onveilige situaties. Vandaar dat moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding alleen toegepast mag worden samen met de aanleg van een (brom)fietspad.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit twee maatregelen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– aanleggen moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding;</li> <li>– aanleggen (brom)fietspad.</li> </ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,78 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Aanleg niet-overrijdbare rijrichtingscheiding en een (brom)fietspad**

*Omschrijving* De maatregel niet-overrijdbare rijrichtingscheiding scheidt beide richtingen fysiek van elkaar waardoor inhalen onmogelijk wordt. Dit houdt in dat een voertuig niet op de weghelft van de tegemoetkomende rijrichting kan komen. Hierdoor neemt de kans op frontale botsingen, schampongevallen of ongevallen door uitwijkmanoeuvres af. Een geleiderail of barrier kan worden gebruikt als niet-overrijdbare rijbaanscheiding.

Een niet-overrijdbare rijrichtingscheiding kan alleen worden toegepast indien (brom)fietsers en langzaam gemotoriseerd verkeer niet op de weg mogen komen, omdat inhalen niet mogelijk is of omdat de grote verschillen in snelheid leiden tot verkeersonveilige situaties. Vandaar dat deze niet-overrijdbare rijrichtingscheiding alleen toegepast mag worden samen met de aanleg van een (brom)fietspad.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit twee maatregelen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– aanleg niet-overrijdbare rijrichtingscheiding;</li> <li>– aanleg (brom)fietspad.</li> </ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,59 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	25 jaar.

### **Aanleg parallelweg**

*Omschrijving* Het aanleggen van een parallelweg houdt in dat er naast de hoofdrijbaan een weg wordt aangelegd, bedoeld voor (brom)fietsers, bestemmingsverkeer en langzaam gemotoriseerd verkeer. Erven worden door de parallelweg ontsloten, waardoor er minder aansluitingen komen op de hoofdrijbaan. Een parallelweg is niet bedoeld voor doorgaand verkeer. Een parallelweg kan aan één zijde van de hoofdrijbaan worden aangelegd, of aan beide zijden.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"> <li>– aanleg parallelweg langs de rijbaan.</li> </ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen binnen en buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	0,82 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.



*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Vergroten obstakelvrije zone**

*Omschrijving* Deze maatregel richt zich op het vergroten van de obstakelvrije zone tussen de kant van de verharding en de obstakels in de berm. Obstakels in de berm kunnen leiden tot gevaarlijke situaties. Deze situaties treden op wanneer voertuigen van de weg en in de berm raken, en als de afstand tot de obstakels te gering is om 'veilig' tot stilstand te komen. Naast bomen, lantaarnpalen en dergelijke, kunnen ook ontwerpelementen uit het dwarsprofiel zoals een sloot of een talud, een obstakel vormen. Volgens de RONA-richtlijnen dient de obstakelvrije afstand op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een 80km/uur-limiet ten minste 6 m te zijn. De vereiste minimumafstand is 4,5 m. Bij onvoldoende ruimte kan een geleiderail bescherming bieden tegen obstakels.

De maatregel staat in directe relatie met wegbermongevallen. Dit zijn ongevallen waarbij voertuigen in de berm zijn beland: obstakelongevallen en eenzijdige ongevallen (over de kop, in de sloot en dergelijke). Slechte, kapotgereden bermen zorgen voor een niveauverschil met de wegverharding en zijn potentiële ongevalsveroorzakers. Bestuurders die van de weg af raken zullen daardoor sneller overcorrigeren of in een slip geraken vanwege het wrijvingsverschil tussen wegdek en berm. Hierdoor kan ook een ongeval met tegemoetkomend verkeer veroorzaakt worden.

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel:  
– vergroten obstakelvrije zone.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,75 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Aanleg semiverharde bermen**

*Omschrijving* Semiverharde bermen moeten wegbermongevallen voorkomen (zie voorgaand maatregelpakket). Ze bestaan uit een waterdoorlatende steensoort met daarop grond en een twee cm dikke graslaag. Deze grasstrook zorgt ervoor dat de berm niet als extra rijstrook gaat dienen.

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel:  
– aanleg semiverharde berm.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,93 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

## **Aanleg bermbeveiliging WICON**

*Omschrijving* Wanneer er geen ruimte is voor een voldoende grote obstakelvrije zone of wanneer obstakels niet kunnen of mogen worden verwijderd, dan is het plaatsen van een bermbeveiligingsconstructie een goed alternatief om wegbermgevallen te voorkomen. De standaard geleiderailconstructie wordt bij voorkeur niet toegepast op wegen zonder fysieke rijbaanscheiding; dit vanwege het terugkaatsingsgevaar. Voor dit soort wegen is de WICON (wielvangconstructie) ontwikkeld. Dit type beveiligingsconstructie 'vangt' en geleidt de wielen, en voorkomt daarmee terugkaatsing van een voertuig na een aanrijding met de geleiderail.

Uit interviews onder wegbeheerders kwam naar voren dat de toepassing van de WICON alleen op specifieke gevaarlijke locaties gezien wordt. De geïnterviewde wegbeheerders geven aan dat zij een continue toepassing van de WICON op gebiedsontsluitingswegen met bomen dicht langs de weg, met name vanwege de hoge kosten, niet zien zitten.

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel:  
– aanleg bermbeveiliging WICON.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,75 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 24 jaar.

## **Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan**

*Omschrijving* De maatregel houdt in dat er geen auto's meer op of naast de rijbaan mogen parkeren. Door deze maatregel te combineren met een stopverbod wordt de aanwezigheid van stilstaande voertuigen op de weg voorkomen. De effectiviteit van deze maatregel wordt vergroot als er voldoende veilige alternatieven zijn, bijvoorbeeld een aparte parkeervoorziening of parkeermogelijkheid op een nabijgelegen erftoegangsweg.

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel:  
– verbieden van parkeren op en langs de rijbaan.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,88 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

## **Plaatsen snelheidscamera**

*Omschrijving* Snelheid is een belangrijke factor bij verkeersongevallen: zowel bij de kans op een ongeval alsook bij de ernst van de afloop van een ongeval speelt snelheid een belangrijke rol. Op de meeste typen wegen in Nederland overtreedt 20% tot 40% van de verkeersdeelnemers de snelheidslimiet. Veel Duurzaam Veilig-maatregelen (zoals Zone 30, Zone 60 en rotondes) zijn

erop gericht om de hoge snelheden op gevaarlijke punten in het verkeer te verminderen. Omdat maatregelen aan de weg (of in het voertuig) echter niet altijd op korte termijn (volledig duurzaam veilig) realiseerbaar zijn, is een intensivering van politietoezicht op snelheid een maatregel die bijdraagt aan vergroting van de verkeersveiligheid.

In principe wordt snelheidshandhaving vooral op wegvakken toegepast van met name gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen. De laatste tijd wordt ook steeds meer gehandhaafd op erftoegangswegen. Dit wegtype is weliswaar ten tijde van het Startprogramma flink aangepakt, maar mede door de veelal sobere snelheidsremmende inrichting van deze wegen is het aandeel overtreders op deze wegen vaak hoog.

Verder dient nog vermeld te worden dat snelheidshandhaving met name op wegen wordt toegepast met een groot aantal ongevallen. Omdat dit ook vaak wegen zijn met een grote verkeersintensiteit gaat het hier meestal niet om wegen met een extra hoog risico (risico gedefinieerd als ongevallen per voertuigkilometer). Het aantal wegvakken waarop gehandhaafd wordt is op dit moment niet bekend. De maatregel die we hier bespreken betreft alleen snelheidscontrole met vaste snelheidscamera's.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit de volgende maatregelen: <ul style="list-style-type: none"><li>– plaatsen snelheidscamera.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op alle wegcategorieën.
<i>Reductiefactor</i>	Binnen de bebouwde kom: 0,66 voor letselongevallen, 0,41 voor doden en 0,56 voor ziekenhuisgewonden. Buiten de bebouwde kom: 0,8 voor letselongevallen, 0,62 voor doden en 0,73 voor ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Kruispunt ombouwen tot rotonde**

<i>Omschrijving</i>	<p>In een wegennetwerk is een kruispunt een potentieel gevarenpunt. Rotondes bevorderen enerzijds de doorstroming van het verkeer en hebben anderzijds een sterk snelheidsverlagend effect. Daarnaast verminderen rotondes het aantal conflicttypes tot één conflictpunt per aansluitingstak, zij leveren derhalve een forse bijdrage aan de verkeersveiligheid.</p> <p>Afgezien van de ruimtelijke eisen kunnen rotondes niet overal worden aangelegd. Ten eerste moet de toepassing van een rotonde op structuurniveau logisch zijn en ten tweede moet de trajectnsnelheid (de gemiddelde snelheid die op een bepaald traject gereden wordt) in ogenschouw genomen worden. Een rotonde kan niet worden toegepast bij zeer hoge intensiteiten, grote verschillen in intensiteiten tussen de toeleidende stromen (waardoor bepaalde richtingen de rotonde niet op komen) of bij zeer hoge fietsintensiteiten.</p> <p>Rotondes dienen zo uniform mogelijk te worden uitgevoerd, maar binnen de bebouwde kom duidelijk anders dan buiten de bebouwde kom. Het CROW beveelt aan om binnen de bebouwde kom fietsers in de voorrang te laten en buiten de bebouwde kom niet. Hiermee wordt voorspelbaar en dus veiliger</p>
---------------------	--

verkeersgedrag bevordert. Rotondes met vrijliggende fietspaden zijn in de meeste situaties veiliger dan rotondes met fietsstroken.

<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"><li>– kruispunt ombouwen tot rotonde.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen twee gebiedsontsluitingswegen, binnen en buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	Binnen de bebouwde kom: 0,25 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Buiten de bebouwde kom: 0,14 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Kruispunt uitrusten met plateau**

<i>Omschrijving</i>	Een kruispunt uitrusten met een plateau houdt in dat het kruispunt verhoogd wordt aangelegd, of dat vlak voor (en mogelijk ook vlak na) het kruispunt een plateau wordt aangelegd. Dit laatste is meestal het geval op erftoegangswegen en dit heeft een snelheidsremmende werking. De helling is bij voorkeur uitgevoerd in sinusvorm in plaats van trapeziumvorm. Plateaus kunnen worden uitgevoerd op voorrangskruispunten, maar ook op kruispunten waar de voorrang niet is geregeld. Bij het toepassen van plateaus op meerdere kruispunten in een traject dient de trajectnelheid gecontroleerd te worden. Het CROW (CROW, 2002) beveelt overigens aan om op openbaarvervoer- en calamiteitenroutes terughoudend te zijn met ov- en hulpdienstovvriendelijke maatregelen.
<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"><li>– kruispunt uitrusten met plateau.</li></ul>
<i>Categorie</i>	Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg, binnen en buiten de bebouwde kom.
<i>Reductiefactor</i>	Binnen de bebouwde kom: 0,8 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden. Buiten de bebouwde kom: 0,7 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.
<i>Werkingsperiode</i>	30 jaar.

### **Kruispunt inrichten als uitritconstructie**

<i>Omschrijving</i>	Deze maatregel gaat over de schakel tussen erftoegangswegen met een lage doorstroming en gebiedsontsluitingswegen met een hogere doorstroming. Op locaties met intensiteiten die zo laag zijn dat een rotonde niet kosteneffectief is, kan een uitritconstructie toegepast worden om de veiligheid van het kruispunt te verhogen.
<i>Maatregelen</i>	Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel: <ul style="list-style-type: none"><li>– kruispunt inrichten als uitritconstructie.</li></ul>

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg, binnen of buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,8 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Kruispunt uitrusten met VRI**

*Omschrijving* Bij lage hoeveelheden verkeer wordt er de voorkeur aan gegeven om een kruispunt uit te rusten met een rotonde. Voor grotere hoeveelheden verkeer is de rotonde minder geschikt en kan het kruispunt uitgerust worden met een verkeersregelinstallatie (VRI).

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit slechts één maatregel:  
– kruispunt uitrusten met VRI.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op kruispunten tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg, binnen of buiten de bebouwde kom.

*Reductiefactor* 0,8 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 20 jaar.

### **Plaatsen roodlichtcamera**

*Omschrijving* Intensivering van handhaving op roodlichtnegatie kan het aantal ongevallen ten gevolge van roodlichtnegatie reduceren. De maatregel betreft het (bij)plaatsen van camera's.

*Maatregelen* Dit maatregelpakket bestaat uit de volgende maatregelen:  
– plaatsen roodlichtcamera.

*Categorie* Dit maatregelpakket mag toegepast worden op alle kruispuntcategorieën.

*Reductiefactor* 0,8 voor letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden.

*Werkingsperiode* 30 jaar.

### **Overzicht maatregelpakketgroepen**

#### *Erftoegangswegen binnen de bebouwde kom*

Groep 1: duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 30.

Groep 2: plaatsen snelheidscamera.

#### *Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom*

Groep 1: aanleg vrijliggend fietspad.

Groep 2: aanleg parallelweg.

Groep 3: instellen parkeerverbod op en langs de rijbaan.

Groep 4: plaatsen snelheidscamera.

*Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom*

Groep 1: duurzaam veilig inrichten wegvakken Zone 60.

Groep 2: plaatsen snelheidscamera.

*Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom*

Groep 1: aanleg vrijliggend (brom)fietspad, aanleg moeilijk overrijdbare rijbaanscheiding + (brom)fietspad, aanleg niet-overrijdbare rijbaanscheiding + (brom)fietspad.

Groep 2: aanleg parallelweg.

Groep 3: vergroten obstakelvrije zone, aanleg bermbeveiliging WICON.

Groep 4: aanleg semiverharde bermen.

Groep 5: plaatsen snelheidscamera.

*Stroomwegen*

Groep 1: aanleggen bermbeveiliging WICON, duurzaam veilig inrichten wegvakken stroomwegen.

Groep 2: plaatsen snelheidscamera.

*Stroomweg/stroomweg*

Groep 1: duurzaam veilig inrichten kruispunten stroomwegen.

Groep 2: plaatsen roodlichtcamera.

*Stroomweg/gebiedsontsluitingsweg*

Groep 1: duurzaam veilig inrichten kruispunten stroomwegen.

Groep 2: plaatsen roodlichtcamera.

*Gebiedsontsluitingsweg/gebiedsontsluitingsweg*

Groep 1: aanleg rotonden binnen de bebouwde kom, aanleg rotonde buiten de bebouwde kom.

Groep 2: plaatsen roodlichtcamera.

*Gebiedsontsluitingsweg/erftoegangsweg*

Groep 1: aanleg uitritconstructie, plaatsen roodlichtcamera, aanleg plateaus voor kruispunt binnen bebouwde kom, aanleg plateaus buiten bebouwde kom.

Groep 2: aanleg VRI.

*Erftoegangsweg/erftoegangsweg*

Groep 1: duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 30, duurzaam veilig inrichten kruispunten Zone 60, plaatsen roodlichtcamera.

## Overzichtstabel kosten maatregelen

Maatregel	Implementatiekosten	Exploitatiekosten	Type kosten
Instellen maximumsnelheid 30 km/uur	€ 0	€ 0	Geen kosten
Asmarkering verwijderen	€ 5.000	€ 0	Kosten per km
Snelheidsremmende maatregelen	€ 20.000	€ 0	Kosten per stuk
Gelijkwaardige kruispunten	€ 0	€ 0	Kosten per kruispunt
Aanleg plateau	€ 15.000	€ 0	Kosten per kruispunt
Aanleg fietspad	€ 55.000	€ 550	Kosten per km
Aanleg (brom)fietspad	€ 55.000	€ 550	Kosten per km
Aanleg parallelweg	€ 370.000	€ 3.700	Kosten per km
Instellen parkeerverbod	€ 0	€ 0	Kosten per wegvak
Aanleg rotonde	€ 400.000	€ 0	Kosten per kruispunt
Instellen maximumsnelheid 60 km/uur	€ 12.000	€ 0	Geen kosten
Kantmarkering bij breedte >4,5m	€ 0	€ 0	Kosten per km
Fietsstroken bij breedte >6,5m	€ 0	€ 0	Kosten per km
Moeilijk overrijdbare rijrichtingsch. + fietspad	€ 2.000	€ 0	Kosten per km
Obstakelvrije afstand vergroten	€ 270.000	€ 0	Kosten per km
Aanleggen semiverharde bermen	€ 25.000	€ 0	Kosten per km
Bermbeveiliging WICON	€ 200.000	€ 2.600	Kosten per km
Instellen maximumsnelheid 100 km/uur	€ 0	€ 0	Geen kosten
Niet overrijdbare rijrichtingsch. + fietspad	€ 2.500	€ 0	Kosten per km
Verbod landbouwverkeer	€ 0	€ 0	Kosten per wegvak
Vermijden erfaansluitingen	€ 0	€ 0	Kosten per erfaansluiting
Aanbrengen pechvoorzieningen	€ 12.000	€ 0	Kosten per stuk
Ongelijkvloerse kruisingen	€ 9.000.000	€ 9.000	Kosten per kruispunt
Plaatsen snelheidscamera	€ 53.000	€ 150	Kosten per stuk
Plaatsen roodlichtcamera	€ 192.000	€ 600	Kosten per kruispunt
Aanleg uitritconstructie	€ 15.000	€ 0	Kosten per kruispunt
Aanleg VRI	€ 250.000	€ 2.500	Kosten per kruispunt

Tabel B.3.1. De implementatie- en exploitatiekosten van de maatregelen in de VVR-GIS 3.0.

## Verboden combinaties van kenmerken en kenmerkopties

Tabel B.3.2 geeft voor alle locatiegebonden maatregelen in de VVR Database weer voor welke combinaties van kenmerken en kenmerkopties de maatregel niet toegepast mag worden. Bijvoorbeeld, het plaatsen van roodlichtcamera's kan niet wanneer er op een kruispunt geen VRI aanwezig is. Ook wanneer er wel een VRI is, maar ook al roodlichtcamera's kan deze maatregel niet toegepast worden.

Locatiegebonden maatregel	Kenmerk	Verboden kenmerkoptie
Instellen maximumsnelheid 30 km/uur	Snelheidslimiet	Woonerf
		30 km/uur
Asmarkering verwijderen	Rijrichtingscheiding	Geen markering
Drempels aanleggen	Aantal drempels en plateaus	Eén drempel of plateau
		Twee drempels of plateaus
		Drie of meer drempels of plateaus
Gelijkwaardige kruispunten	Vorrangsregeling	Gelijkwaardig
Aanleg plateau	Kruispuntverhoging	Plateau
Aanleg fietspad	Fietsvoorziening	Verplicht fietspad, één richting, twee zijden
		Verplicht fietspad, één richting, één zijde
		Verplicht fietspad, twee richtingen, één zijde
		Verplicht (brom)fietspad, één richting, twee zijden
		Verplicht (brom)fietspad, één richting, één zijde
		Verplicht (brom)fietspad, twee richtingen, één zijde
	Parallelvoorziening	Fiets-/bromfietspad 1 of 2 zijden
		Fietspad aan 1 of 2 zijden
Aanleg (brom)fietspad	Fietsvoorziening	Verplicht (brom)fietspad, één richting, twee zijden
		Verplicht (brom)fietspad, één richting, één zijde
		Verplicht (brom)fietspad, twee richtingen, één zijde
	Parallelvoorziening	Fiets-/bromfietspad 1 of 2 zijden
Aanleg parallelweg	Parallelvoorziening	Ventweg aan 1 of 2 zijden
Instellen parkeerverbod	Parkeervoorziening	Verboden aan beide zijden
Aanleg rotonde	Kruispuntvorm	Rotonde
Instellen maximumsnelheid 60 km/uur	Snelheidslimiet	60 km/uur
Kantmarkering bij breedte >4,5m	Kantmarkering	Doorgetrokken lijn
		Onderbroken lijn
		Trottoirband
		Geleiderail
	Fietsvoorziening	Fietsstrook met symbool
		Fietsstrook zonder symbool
Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding	Rijrichtingscheiding	Geleiderail
		Middenberm/dubbele as
Obstakelvrije afstand vergroten	Obstakelvrije zone	7-10 meter
		Groter dan 10 meter
		Geleiderail

Tabel B.3.2. De verboden combinaties van kenmerken en kenmerkopties voor maatregelen.



Locatiegebonden maatregel	Kenmerk	Verboden kenmerkoptie
Instellen maximumsnelheid 100 km/uur	Snelheidslimiet	100 km/uur
Niet overrijdbare rijrichtingscheiding	Rijrichtingscheiding	Geleiderail
Verbod landbouwverkeer	Geslotenverklaring	Gesloten voor langzaam verkeer
Vermijden erfaansluitingen	Aantal erfaansluitingen	Niet van toepassing
Aanbrengen pechvoorzieningen	Pechvoorziening	Pechvoorziening op vluchtstrook
		In pechhavens
		In berm
Plaatsen snelheidscamera	Aanwezigheid snelheidscamera	Ja
Plaatsen roodlichtcamera	Aanwezigheid roodlichtcamera	Aanwezig met snelheidscamera
		Aanwezig zonder snelheidscamera
	Aanwezigheid VRI	Geen VRI
		Anders
		Niet van toepassing
Aanleg uitritconstructie	Voorrangsregeling	Uitritconstructie
Aanleg VRI	Aanwezigheid VRI	VRI

Tabel B.3.2. (vervolg) *De verboden combinaties van kenmerken en kenmerkopties voor maatregelen.*



## Bijlage 4

### Overzicht van mogelijke kenmerkopties per kenmerk

Het kenmerk *obstakelvrije zone* heeft de volgende kenmerkopties:

- geen obstakelvrije zone;
- kleiner dan 2 m;
- 2-4 m;
- 4-7 m;
- 7-10 m;
- groter dan 10 m;
- geleiderail.

Het kenmerk *snelheidslimiet* heeft de volgende kenmerkopties:

- woonerf;
- 30 km/uur;
- 40 km/uur;
- 50 km/uur;
- 60 km/uur;
- 70 km/uur;
- 80 km/uur;
- 90 km/uur;
- 100 km/uur;
- 120 km/uur.

Het kenmerk *rijrichtingscheiding* heeft de volgende kenmerkopties:

- geen markering;
- geleiderail;
- middenberm/dubbele as;
- enkele doorgetrokken streep;
- dubbele doorgetrokken streep;
- enkele onderbroken streep;
- dubbele onderbroken streep;
- dubbele asstreep.

Het kenmerk *parallelvoorziening* heeft de volgende kenmerkopties:

- ventweg aan één of twee zijden;
- fiets-/bromfietspad aan één of twee zijden;
- fietspad aan één of twee zijden;
- geen voorzieningen.

Het kenmerk *parkeervoorziening* heeft de volgende kenmerkopties:

- geen voorzieningen;
- één zijde geen voorzieningen;
- in vakken aan beide zijden;
- verboden aan beide zijden;
- één zijde verboden, één zijde geen;
- één zijde verboden, één zijde vakken.

Het kenmerk *aantal drempels en plateaus* heeft de volgende kenmerkopties:

- geen drempels of plateaus;
- één drempel of plateau;
- twee drempels of plateaus;
- drie of meer drempels of plateaus.

Het kenmerk *kantmarkering* heeft de volgende kenmerkopties:

- doorgetrokken lijn;
- onderbroken lijn;
- trottoirband;
- geleiderail;
- geen kantmarkering.

Het kenmerk *fietsvoorziening* heeft de volgende kenmerkopties:

- fietsstrook met symbool;
- fietsstrook zonder symbool;
- verplicht fietspad met één rijrichting aan twee zijden;
- verplicht fietspad met één rijrichting aan één zijde;
- verplicht fietspad met twee rijrichtingen aan één zijde;
- verplicht (brom)fietspad met één rijrichting aan twee zijden;
- verplicht (brom)fietspad met één rijrichting aan één zijde;
- verplicht (brom)fietspad met twee rijrichtingen aan één zijde;
- onverplicht fietspad met één rijrichting aan twee zijden;
- onverplicht fietspad met één rijrichting aan één zijde;
- onverplicht fietspad met twee rijrichtingen aan één zijde.

Het kenmerk *geslotenverklaring* heeft de volgende kenmerkopties:

- gesloten voor langzaam verkeer;
- gesloten voor bromfiets en fiets;
- gesloten voor bromfiets;
- gesloten voor fiets;
- geen geslotenverklaring.

Het kenmerk *pechvoorziening* heeft de volgende kenmerkopties:

- pechvoorziening op vluchtstrook;
- in pechhavens;
- in berm.

Het kenmerk *aantal erfaansluitingen* heeft de volgende kenmerkopties:

- één uitrit;
- twee uitritten;
- drie of meer uitritten.

Het kenmerk *aanwezigheid snelheidscamera* heeft de volgende kenmerkopties:

- ja;
- nee.

Het kenmerk *voorrangsregeling* heeft de volgende kenmerkopties:

- kruispunt bij voorrangsweg;
- voorrangskruispunt;
- uitritconstructie;

- gelijkwaardig.

Het kenmerk *kruispuntverhoging* heeft de volgende kenmerkopties:

- geen verhoging;
- één uitritconstructie;
- twee of meer uitritconstructies;
- plateau.

Het kenmerk *kruispuntvorm* heeft de volgende kenmerkopties:

- gelijkvloerse kruising;
- rotonde;
- complex kruispunt.

Het kenmerk *aanwezigheid VRI* heeft de volgende kenmerkopties:

- VRI;
- geen VRI.

Het kenmerk *aanwezigheid roodlichtcamera* heeft de volgende kenmerkopties:

- roodlichtcamera met snelheid;
- roodlichtcamera zonder snelheid;
- snelheidscamera;
- geen camera.

Ieder kenmerk heeft als kenmerkoptie ook nog:

- anders;
- onbekend;
- niet geïventariseerd.



## Bijlage 5

## De verkeersprestaties naar wegtype

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	61.209	73.509	81.259	89.048
Strong Europe	59.000	68.253	75.394	80.663
Transatlantic Market	58.773	67.616	72.224	77.641
Regional Communities	55.860	60.656	60.175	58.104

Tabel B.5.1 *De verkeersprestatie op het hoofdwegennet buiten de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's. Bron: Janssen et al. (2006), CBS.*

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	48.909	57.907	63.399	68.700
Strong Europe	47.200	53.815	58.980	62.583
Transatlantic Market	47.002	53.303	56.418	60.038
Regional Communities	44.764	47.939	47.150	45.121

Tabel B.5.2 *De verkeersprestatie op de overige wegen buiten de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's. Bron: Janssen et al. (2006), CBS.*

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	33.665	37.146	39.418	41.103
Strong Europe	32.296	33.981	35.623	36.270
Transatlantic Market	32.296	34.024	34.747	35.164
Regional Communities	30.609	30.162	28.419	26.211

Tabel B.5.3 *De verkeersprestatie op wegen binnen de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's. Bron: Janssen et al. (2006), CBS.*

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	61.209	67.786	74.933	82.116
Strong Europe	59.000	61.689	68.143	72.905
Transatlantic Market	58.773	61.113	65.278	70.173
Regional Communities	55.860	55.106	54.669	52.787

Tabel B.5.4 *De verkeersprestatie op het hoofdwegennet buiten de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's waarbij rekening is gehouden met de invoering van ABvM. Bronnen: Janssen et al. (2006), CBS, en Ecorys (2007).*

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	48.909	53.854	58.962	63.892
Strong Europe	47.200	49.086	53.797	57.084
Transatlantic Market	47.002	48.619	51.461	54.762
Regional Communities	44.764	44.049	43.323	41.459

Tabel B.5.5 *De verkeersprestatie op de overige wegen buiten de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's waarbij rekening is gehouden met de invoering van ABvM. Bronnen: Janssen et al. (2006), CBS, en Ecorys (2007).*

	2010	2020	2030	2040
Global Economy	33.665	34.005	36.085	37.628
Strong Europe	32.296	30.467	31.939	32.520
Transatlantic Market	32.296	30.505	31.154	31.528
Regional Communities	30.609	27.294	25.717	23.719

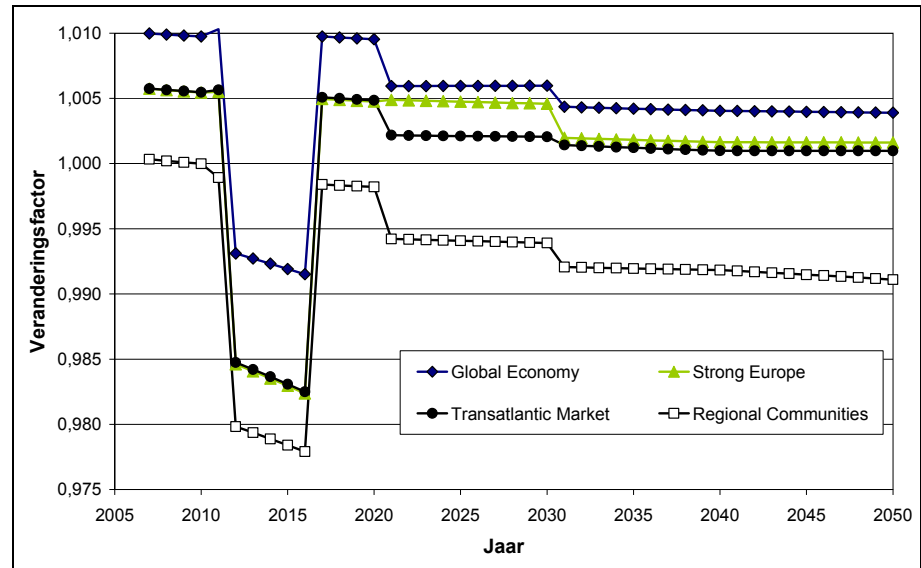
Tabel B.5.6 *De verkeersprestatie op wegen binnen de bebouwde kom in miljoenen motorvoertuigkilometers in 2010, 2020, 2030 en 2040 volgens de vier WLO-scenario's waarbij rekening is gehouden met de invoering van ABvM. Bronnen: Janssen et al. (2006), CBS, en Ecorys (2007).*



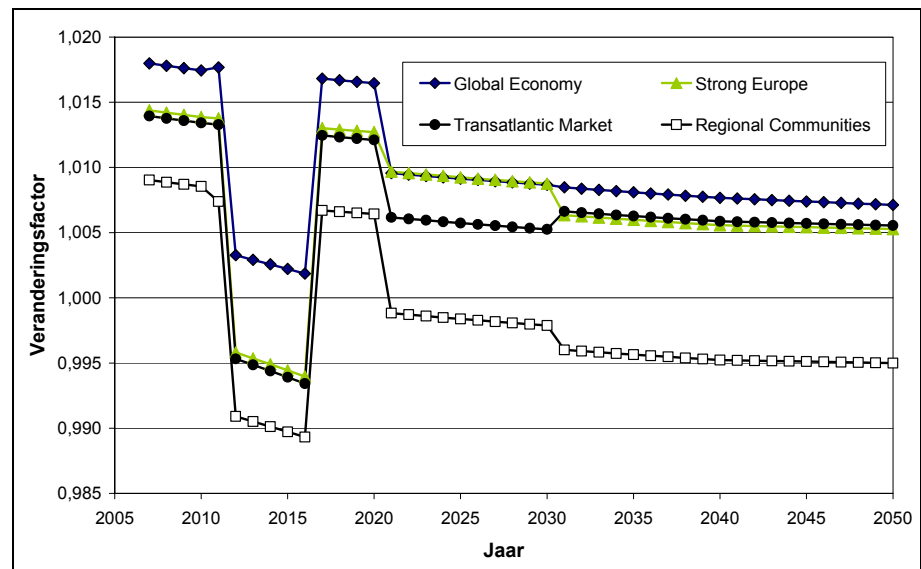
## Bijlage 6

## De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie

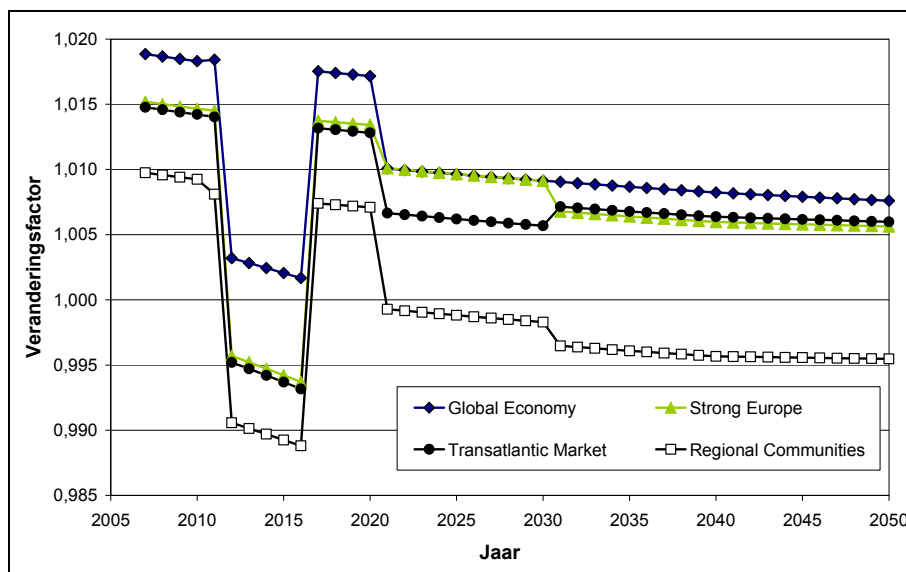
### De veranderingsfactoren per wegcategorie



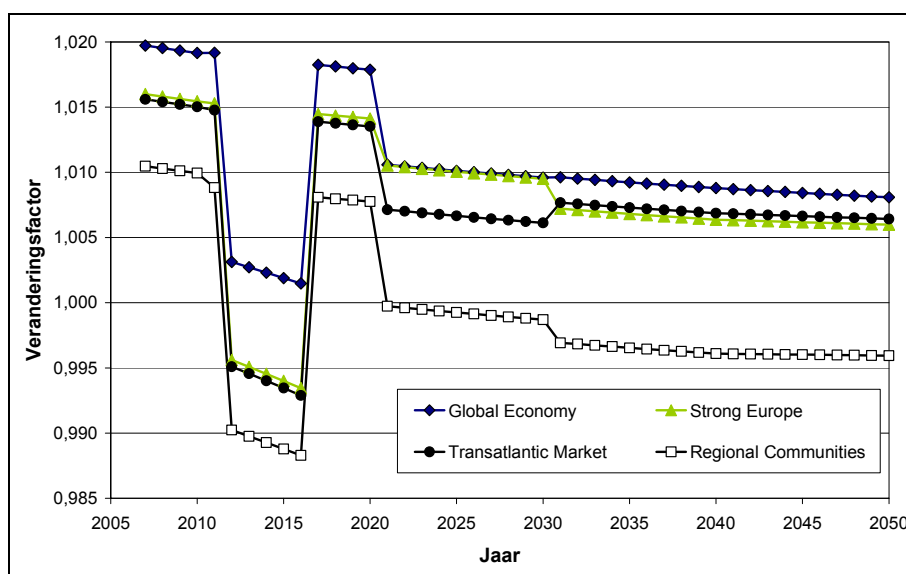
Afbeelding B.6.1. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.



Afbeelding B.6.2. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.

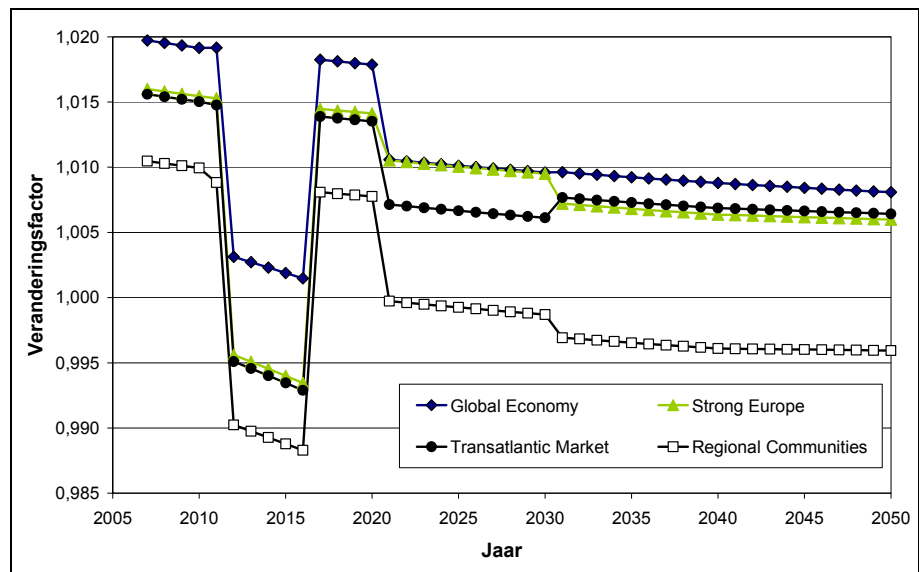


Afbeelding B.6.3. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.

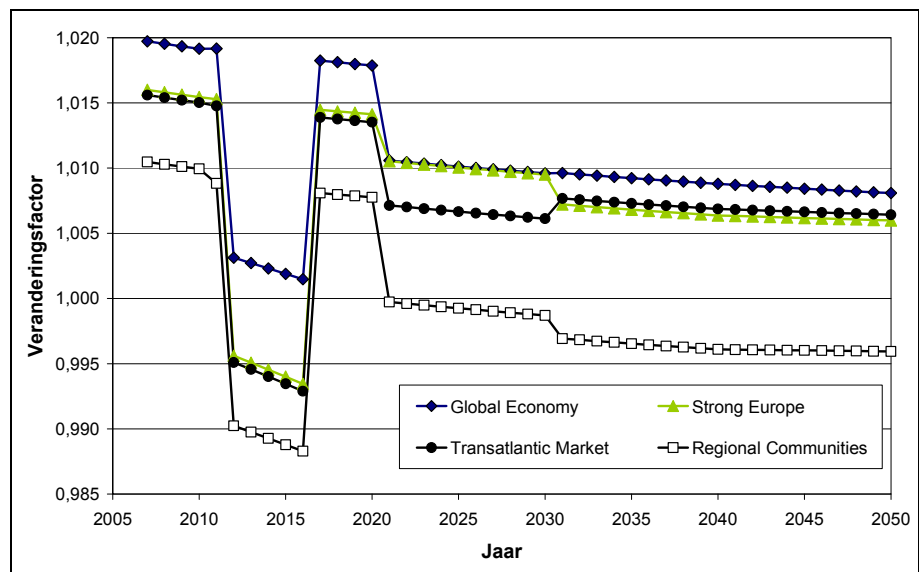


Afbeelding B.6.4. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op stroomwegen buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.

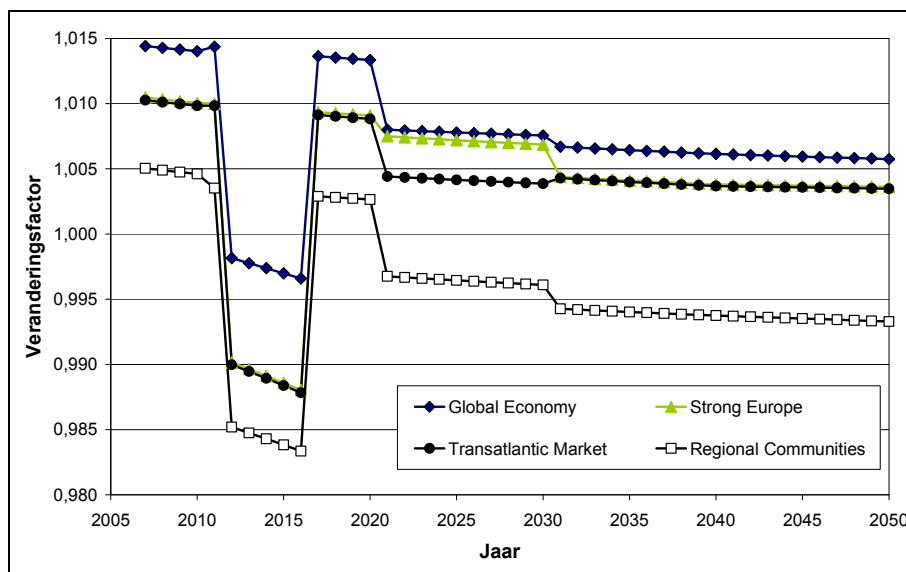
## De veranderingsfactoren per kruispuntcategorie



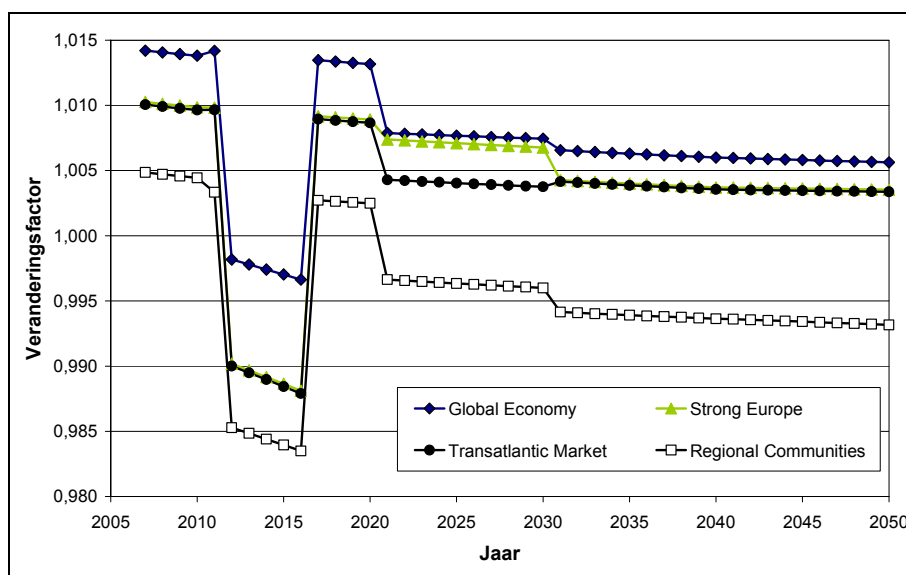
Afbeelding B.6.5. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op kruispunten tussen stroomwegen buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.



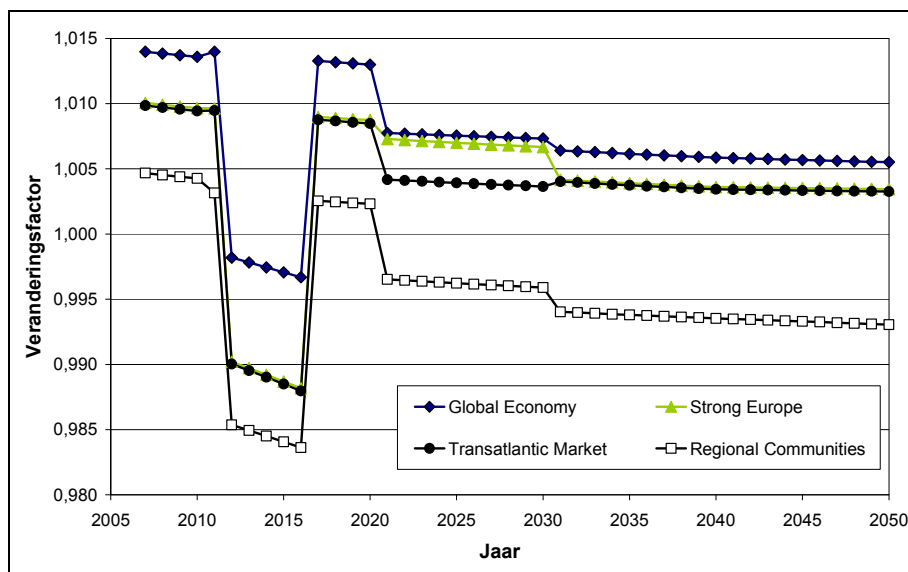
Afbeelding B.6.6. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op kruispunten tussen stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.



Abbeelding B.6.7. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen binnen of buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.



Abbeelding B.6.8. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op kruispunten tussen erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen binnen of buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.



Afbeelding B.6.9. De veranderingsfactoren voor de verkeersprestatie op kruispunten tussen erftoegangswegen binnen of buiten de bebouwde kom op basis van de vier WLO-scenario's.