

Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen

Drs. W. Wijnen, dr. J. Mesken & dr. ir. M.A. Vis (red.)

R-2010-9

Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen



Transumo

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2010-9
Titel:	Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen
Auteur(s):	Drs. W. Wijnen, dr. J. Mesken & dr. ir. M.A. Vis (red.)
Projectleider:	Dr. ir. M.A. Vis
Projectnummer SWOV:	06.5
Trefwoord(en):	Cost; efficiency; cost benefit analysis; policy; safety; traffic infrastructure; intersection; road network; vehicle; road user; behaviour; Netherlands.
Projectinhoud:	Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar effectiviteit en kosten van pakketten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Deze informatie kan worden gebruikt in onderzoek en beleidsvoorbereiding, zoals ex-ante-evaluaties van verkeersveiligheidsbeleid of toekomstverkenningen. Het rapport bespreekt op systematische wijze dertig maatregelpakketten, waarvan zeventien infrastructurele, zeven gedrags- en zes voertuigmaatregelpakketten.
Aantal pagina's:	108 + 1
Prijs:	€ 17,50
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2010

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
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar effectiviteit en kosten van pakketten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Deze informatie kan worden gebruikt in onderzoek en beleidsvoorbereiding waarin schattingen van verkeersveiligheidseffecten en/of -kosten benodigd zijn, zoals ex-ante-evaluaties van verkeersveiligheidsbeleid of toekomstverkenningen. Het onderzoek is primair uitgevoerd ten behoeve van de VVR-GIS, een softwareapplicatie waarmee gemeentelijke en provinciale wegbeheerders en de regiovoerder effecten, kosten en maatschappelijke rendementen van pakketten verkeersveiligheidsmaatregelen kunnen doorrekenen.

Het rapport bespreekt op systematische wijze dertig maatregelpakketten, waarvan zeventien infrastructurele, zeven gedrags- en zes voertuigmaatregelpakketten. Voor elk pakket wordt een schatting van het verkeersveiligheidseffect gegeven, uitgedrukt in de procentuele besparing van het aantal slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden). De schattingen zijn gebaseerd op een uitgebreide literatuurstudie, waarbij criteria zijn opgesteld voor de kwaliteit van de studies en de relevantie voor de Nederlandse situatie. De schattingen van de verkeersveiligheidseffecten zijn per pakket gebaseerd op de studie(s) die het beste aan deze criteria voldoen. Daarnaast geeft het rapport een schatting van de kosten per maatregelpakket en bespreekt het de doelgroep van het pakket, de penetratiegraad (bijvoorbeeld het percentage wegen waarop het maatregelpakket al is toegepast), de werkingsduur en de relatie met of afhankelijkheid van andere maatregelpakketten.

De effectschattingen van een aantal van de maatregelpakketten konden niet op recente studies worden gebaseerd. Aanbevolen wordt om voor deze maatregelpakketten nieuwe evaluatiestudies uit te voeren. Voor nieuw onderzoek naar effectiviteit van maatregelpakketten is het ook wenselijk de ongevallenregistratie met meer slachtoffer- en ongevalskenmerken uit te breiden.

De spreiding van effecten en kosten rond de puntschattingen is hier niet onderzocht. Aanbevolen wordt om na te gaan in hoeverre het mogelijk is om schattingen te maken van deze spreidingen. Dit maakt het mogelijk om met bandbreedten van effecten en kosten te rekenen, die toegepast kunnen worden in gevoeligheidsanalyses in bijvoorbeeld evaluatiestudies of de VVR-GIS.

Ten slotte wordt aanbevolen om de maatregelpakketlijst uit te breiden. Welke aanvullende maatregelen wenselijk zijn en welke mogelijkheden er zijn om deze toe te voegen, zal moeten worden bepaald op basis van de behoeften van beleidsmakers en gebruikers van de VVR-GIS, en beschikbaarheid van (wetenschappelijke) informatie over met name de effectiviteit.

Summary

Effectiveness and costs of road safety measures

This report discusses a study into the effectiveness and costs of sets of road safety measures. This information can be used in research and in policy preparation, for example ex-ante evaluations of road safety policy or outlooks, which require estimates of road safety effects and/or costs. Primarily, the study was carried out for the VVR-GIS, a software programme that can be used by municipal and provincial road authorities and by city regions to calculate the effects, the costs and the social benefits of sets of road safety measures.

In the present report, thirty sets of road safety measures are discussed systematically. Seventeen of these sets involve infrastructural measures, seven consist of behavioural measures and six are related to vehicle measures. For each set an estimate is made of its road safety effect, expressed in the percentages of casualties (fatalities and inpatients) saved. The estimates are based on an extensive literature study in which criteria were set for the quality of the study and its relevance for the situation in the Netherlands. For each set of measures the road safety effects are based on the study or studies that best meet(s) these criteria. In addition, the report gives an estimate of the costs of each set of measures and discusses the target group of the set, its penetration level (e.g. the percentage of roads the set of measures has already been applied to), the duration of effectiveness, and its relation with or dependence of other sets of measures.

No recent studies were available to serve as a basis for the effect estimates of some of the sets of measures. For these sets new evaluation studies are recommended. Extension of the crash registration with more casualty and crash characteristics is also advisable for new studies into the effectiveness of set of measures.

The dispersion of effects and costs around the point estimates has not been investigated in the present study. It is recommended to investigate the extent to which it is possible to make estimates of these dispersions. This will allow calculations with ranges of effects and costs, which can be used in sensitivity analyses in, for example, evaluation studies or the VVR-GIS.

Finally it is recommended to expand the list of sets of measures. Which additional measures should be added and how this can be done, will need to be determined by the needs of policy makers and VVR-GIS users, and by the availability of (scientific) information about especially the effectiveness.

Inhoud

Lijst van gebruikte afkortingen	7
Voorwoord	8
1. Inleiding	9
2. Maatregelpakketlijst	10
3. Format bespreking maatregelpakketten	12
3.1. Weg- of kruispuntcategorie	12
3.2. Beschrijving	12
3.3. Doelgroep	12
3.4. Penetratiegraad	12
3.5. Werkingsperiode	13
3.6. Verkeersveiligheidseffecten	13
3.7. Kosten	15
3.8. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten	16
4. Infrastructuurmaatregelpakketten	17
4.1. Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30	17
4.2. Sober herinrichten Zone 30	19
4.3. Aanleg van vrijliggende fietspaden	21
4.4. Aanleg van vrijliggende fiets-/bromfietspaden	23
4.5. Aanleg van parallelwegen binnen de bebouwde kom	25
4.6. Aanleg van parallelwegen buiten de bebouwde kom	27
4.7. Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan	29
4.8. Herinrichten Zone 60, Duurzaam Veilig en Sober	31
4.9. Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding	35
4.10. Niet-overrijdbare rijrichtingscheiding	37
4.11. Reductie oversteekplaatsen	38
4.12. Semiverharde bermen	40
4.13. Obstakelvrije afstand	42
4.14. Bermbeveiliging WICON	44
4.15. Duurzaam Veilig herinrichten van wegvakken en kruispunten op regionale stroomwegen	46
4.16. Kruispunten ombouwen tot rotondes binnen de bebouwde kom	48
4.17. Kruispunten ombouwen tot rotondes buiten de bebouwde kom	50
4.18. Kruispunten uitrusten met plateaus binnen de bebouwde kom	52
4.19. Kruispunten uitrusten met plateaus buiten de bebouwde kom	54
4.20. Kruispunten inrichten als uitritconstructie	55
5. Gedragsmaatregelpakketten	58
5.1. Intensivering handhaving snelheid	58
5.2. Intensivering handhaving rood licht	62
5.3. Intensivering handhaving alcohol	64
5.4. Intensivering handhaving gordelgebruik	65
5.5. Helmdragen door bromfietzers	68
5.6. Praktijkexamen brom- en snorfietzen	70
5.7. Safety culture	71

6.	Voertuigmaatregelen	75
6.1.	Voorreflector fiets	75
6.2.	Kentekening en anti-opvoermaatregelen	76
6.3.	EuroNCAP	78
6.4.	Zichtveldverbetering vrachtauto's	82
6.5.	Zijafscherming vrachtauto's	83
6.6.	Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's	86
7.	Overzicht	89
7.1.	Infrastructuurmaatregelpakketten op wegvakken	90
7.2.	Infrastructuurmaatregelpakketten op kruispunten	92
7.3.	Gedragmaatregelpakketten	93
7.4.	Voertuigmaatregelpakketten	94
8.	Conclusies en aanbevelingen	95
8.1.	Keuze van maatregelpakketten	95
8.2.	Effecten van maatregelen	96
8.3.	Onzekerheden omtrent effecten en kosten	97
8.4.	Nieuwe maatregelpakketten	97
	Literatuur	99
Bijlage	Berekening reductiepercentages snelheidshandhaving	108

Lijst van gebruikte afkortingen

ABS	antiblokkeersysteem
AVV	Adviesdienst Verkeer en Vervoer (sinds oktober 2007 Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS)
BAG	bloedalcoholgehalte
DBQ	Driver Behaviour Questionnaire
bibeko	binnen de bebouwde kom
bubeko	buiten de bebouwde kom
BVOM	Bureau Verkeershandhaving van het Openbaar Ministerie (sinds januari 2010 Landelijk Parket Team Verkeer)
ESC	elektronische stabiliteitscontrole
ETW	erftoegangswegen
EuroNCAP	European New Car Assessment Programme
GOW	gebiedsontsluitingsweg
RONA	Richtlijnen Ontwerpen Niet-Autosnelwegen
Transumo	TRANSition SUstainable MObility
VRI	verkeersregelinstallatie
VVR	Verkeersveiligheidsverkenner voor de Regio
VVR-GIS	Verkeersveiligheidsverkenner voor de Regio - Geografisch Informatiesysteem
WICON	WielgeleidingsCONstructie

Voorwoord

Dit rapport doet verslag van een onderzoek naar effectiviteit en kosten van pakketten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Deze informatie kan worden gebruikt in onderzoek en beleidsvoorbereiding waarin schattingen van verkeersveiligheidseffecten en/of kosten benodigd zijn, zoals ex-ante-evaluaties van verkeersveiligheidsbeleid of toekomstverkenningen. Het onderzoek is primair uitgevoerd ten behoeve van de VVR-GIS. De VVR-GIS is een softwareapplicatie waarmee gemeentelijke en provinciale wegbeheerders en de regiovervoerders effecten, kosten en maatschappelijke rendementen van pakketten verkeersveiligheidsmaatregelen kunnen doorrekenen. De verkeersveiligheidsmaatregelen die in dit rapport worden besproken, zijn in de VVR-GIS opgenomen. In aansluiting op de methodiek van de VVR-GIS geeft het rapport puntschattingen van de verkeersveiligheidseffecten en kosten van deze maatregelen. Voor toepassingen buiten de VVR-GIS kan aanvullende (achtergrond)informatie gewenst of noodzakelijk zijn over de maatregelen, hun effecten en kosten, en de reikwijdte daarvan. In die gevallen verwijzen wij de lezer door naar de literatuur die in dit rapport is gebruikt, en in het bijzonder naar de SWOV-factsheets die de informatie over de maatregelen in dit rapport in een breder perspectief plaatsen.

De VVR-GIS is ontwikkeld binnen het Transumo-project *Gebiedsgericht Integraal Veiliger*. Ook dit rapport is tot stand gekomen binnen het Transumo-project en Transumo heeft het dus mede mogelijk gemaakt. Transumo (TRANSition SUSTainable MOBility) is een Nederlands platform van bedrijven, overheden en kennisinstellingen die gezamenlijk kennis ontwikkelen op het gebied van duurzame mobiliteit.

De volgende SWOV-onderzoekers, die elk één of meerdere maatregelen uit de *Hoofdstukken 4 tot met 6* voor hun rekening hebben genomen, hebben aan dit rapport meegewerkt: Alex van Gent, Chris Schoon, Sjoerd Houwing, Jolieke Mesken, Letty Aarts en Wim Wijnen. De laatstgenoemde onderzoeker heeft de overige hoofdstukken geschreven. Wim Wijnen, Jolieke Mesken en Martijn Vis zijn verantwoordelijk voor de samenstelling van het rapport.

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft de maatregelpakketten die de eindgebruiker in de VVR-GIS kan toepassen. De VVR-GIS is een softwareapplicatie die de methodiek van de VerkeersveiligheidsVerkenner voor de Regio (Janssen, 2005) toepasbaar maakt in een Geografisch Informatiesysteem (GIS). Het stelt gemeentelijke en provinciale wegbeheerders en regievoerders in staat om de effecten en maatschappelijke rendementen van pakketten verkeersveiligheidsmaatregelen door te rekenen. Voor een beschrijving van de VVR-GIS verwijzen we naar Reurings et al. (2009).

Het rapport bouwt voort op de VVR die de SWOV in 2001 heeft ontwikkeld, en op de doorrekening van het concept-NVVP (Schoon et al., 2000). Dit betekent dat het vooral gaat om een update van de cijfers (effectschattingen, kosten, omvang van de doelgroep, en dergelijke) op basis van nieuwe inzichten en recentere gegevens. Omdat de maatregelpakketlijst op verschillende punten is gewijzigd, bijvoorbeeld door aanpassingen in de definities van maatregelen, zijn de gegevens echter niet zonder meer vergelijkbaar met die van Schoon et al. (2000).

Het rapport is als volgt opgebouwd. *Hoofdstuk 2* geeft een overzicht van de maatregelpakketten die in dit rapport worden besproken, en licht elk pakket kort toe. *Hoofdstuk 3* bevat een toelichting op het format dat in dit rapport wordt gebruikt om elk van de maatregelpakketten te bespreken. Waar nodig wordt daarbij een korte toelichting gegeven op rekenmethodes van de VVR-GIS, zodat duidelijk wordt hoe de informatie over de maatregelpakketten daarin wordt gebruikt. Vervolgens worden de maatregelpakketten in de *Hoofdstukken 4, 5 en 6* onderverdeeld in infrastructuur-, gedrags- en voertuigmaatregelpakketten, en afzonderlijk besproken volgens dat format. Daarbij is beoogd dat de teksten per maatregelpakket afzonderlijk leesbaar zijn. Daardoor is er hier en daar overlap tussen de paragrafen. *Hoofdstuk 7* geeft een samenvattend totaaloverzicht van de effecten en kosten per maatregelpakket. *Hoofdstuk 8* sluit het rapport af met enkele conclusies en aanbevelingen.

2. Maatregelpakketlijst

Voor de VVR-GIS zijn maatregelpakketten geselecteerd waarvoor uit de literatuur effectschatten konden worden bepaald. De maatregelpakketten zijn onderverdeeld in infrastructuur-, gedrags- en voertuigmaatregelpakketten. Bij de samenstelling van de maatregelpakketlijst is de maatregellijst uit de oorspronkelijke VVR, die in 2000 is doorgerekend ten behoeve van het concept-NVVP (Schoon et al., 2000) en die door het Informatiepunt Duurzaam Veilig Verkeer in de *Maatregel-Wijzer* is gepubliceerd (Infopunt Duurzaam Veilig, 2001), als uitgangspunt genomen. Er is gekozen om in eerste instantie de informatie over deze maatregelen te updaten op basis van nieuwe literatuur en recente data. De maatregelpakketlijst wijkt echter op verschillende punten af van de maatregellijst uit de oorspronkelijke VVR. De definities van enkele maatregelpakketten zijn bijvoorbeeld aangepast aan recente inzichten en gegevens. Verder zijn sommige maatregelpakketten samengevoegd tot één nieuw maatregelpakket, waarvoor één effectschatting wordt gegeven. Ook zijn enkele gangbare infrastructuurmaatregelpakketten aan de lijst toegevoegd. Zie verder *Hoofdstuk 4 tot en met 6* voor een beschrijving per maatregelpakket.

De volgende maatregelpakketten worden in dit rapport behandeld:

Infrastructuurmaatregelpakketten

- Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30
- Sober herinrichten Zone 30
- Aanleg van vrijliggende fietspaden (op gebiedsontsluitingswegen) binnen de bebouwde kom
- Aanleg van vrijliggende (fiets-/bromfiets)paden (op gebiedsontsluitingswegen) buiten de bebouwde kom
- Aanleg van parallelwegen fietspaden (op gebiedsontsluitingswegen) binnen of buiten de bebouwde kom
- Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan
- Herinrichten Zone 60, 'duurzaam veilig' en 'sober'
- Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding
- Niet-overrijdbare rijrichtingscheiding
- Reductie oversteekplaatsen
- Semiverharde bermen
- Obstakelvrije afstand
- Bermbeveiliging WICON
- Duurzaam Veilig herinrichten wegvakken en kruispunten op regionale stroomwegen
- Kruispunten ombouwen tot rotondes
- Kruispunten uitrusten met plateaus
- Kruispunten inrichten als uitritconstructie

Gedragsmaatregelpakketten

- Intensivering handhaving snelheid
- Intensivering handhaving rood licht
- Intensivering handhaving alcohol
- Intensivering handhaving gordelgebruik

- Helmdragen door bromfietzers
- Safety culture
- Praktijkexamen brom- en snorfietzers

Voertuigmaatregelpakketten

- Voorreflector fiets
- Kentekening en anti-opvoermaatregelen
- EuroNCAP
- Zichtveldverbetering vrachtauto's
- Zijafscherming vrachtauto's
- Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's

Voor een aantal infrastructurele maatregelen wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen toepassing binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom, aangezien de vormgeving en effecten van de maatregel kunnen verschillen.

Maatregelpakketten uit de oorspronkelijke VVR die al (bijna) volledig zijn ingevoerd, zijn niet meer opgenomen in de maatregelpakketlijst. In het bijzonder gaat het om:

- verlaging van de BAG-limiet voor beginnende bestuurders en invoering van het rijbewijs voor beginnende bestuurders; deze maatregelen zijn geschrapt omdat zij reeds zijn ingevoerd;
- zichtveldverbetering voor bestelauto's: hierin zijn geen evidente verbeteringen meer mogelijk.

De VVR-GIS bevat zowel regionale als landelijke maatregelpakketten. Infrastructuurmaatregelpakketten, intensivering handhaving van snelheid en rood licht worden in de VVR-GIS aangeduid als regionale maatregelpakketten. Dat wil zeggen dat het maatregelpakketten betreft die op regionaal of gemeentelijk niveau kunnen worden toegepast. De gebruiker van de VVR-GIS kan regionale maatregelpakketten per wegvak of kruispunt toepassen en de effecten op het risico worden op het niveau van wegvakken of kruispunten berekend. De overige maatregelpakketten zijn alleen landelijk toepasbaar.¹ De regionale gebruiker van de VVR-GIS kan landelijke maatregelpakketten niet toepassen.

¹ Hoewel het logischer zou zijn om alle handavingsmaatregelen als regionale maatregelen te behandelen, worden handhaving alcohol, gordelgebruik en helmgebruik in de VVR-GIS voorlopig opgenomen als landelijke maatregelpakketten.

3. Format bespreking maatregelpakketten

Dit hoofdstuk beschrijft het format dat wordt gebruikt in de volgende hoofdstukken voor de beschrijving van de afzonderlijke maatregelpakketten. Het format sluit aan bij de informatie die de VVR-GIS per maatregelpakket nodig heeft om de effecten op verkeersveiligheid en de kosten en baten van maatregelpakketten te berekenen. Het format bestaat uit acht onderdelen, die in de *Paragrafen 3.1 tot en met 3.8* afzonderlijk worden besproken.

3.1. Weg- of kruispuntcategorie

Infrastructuurmaatregelpakketten kunnen slechts worden toegepast op wegen of kruispunten van een bepaalde categorie. In dit onderdeel wordt deze categorie voor het betreffende maatregelpakket aangeduid.

3.2. Beschrijving

Hier worden de inhoud van het maatregelpakket, het verkeersveiligheidsprobleem dat met dit pakket wordt aangepakt, en eventueel andere relevante informatie over het maatregelpakket beschreven. Maatregelpakketten bestaan uit een of meer afzonderlijke maatregelen. Indien het maatregelpakket bestaat uit meer dan één maatregel, dan worden deze onderliggende maatregelen afzonderlijk nader beschreven.

Bij het opstellen van de beschrijving van het maatregelpakket is rekening gehouden met de richtlijnen van Duurzaam Veilig, voorgenomen of reeds geïmplementeerd beleid, praktische uitvoerbaarheid van het pakket en beschikbaarheid van effectschattingen voor verkeersveiligheid.

3.3. Doelgroep

Dit betreft ten eerste de groep verkeersdeelnemers waarvoor dit maatregelpakket van toepassing is en waar de onderliggende verkeersveiligheidsmaatregelen invloed op hebben. Daarbij gaat het om de vervoerswijze van de verkeersdeelnemer of om een groep overtreders binnen deze groep verkeersdeelnemers, bijvoorbeeld automobilisten die onder invloed rijden of bromfietzers die hun bromfietz hebben opgevoerd. Daarnaast gaat het om de groep slachtoffers waarop het maatregelpakket betrekking heeft. De omvang van de doelgroep wordt gegeven als percentage van het totaal aantal slachtoffers in Nederland (afzonderlijk voor doden en ziekenhuisgewonden). Voor infrastructuurmaatregelpakketten gaat het om het totaal aantal doden op de betreffende weg categorie. De cijfers betreffen een gemiddelde over de jaren 2002, 2003 en 2004.

3.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad is met name van belang voor voertuigmaatregelpakketten. Deze maatregelpakketten kunnen vaak niet in één keer worden ingevoerd, omdat ze bijvoorbeeld alleen op nieuwe voertuigen of op een deel van de bestaande voertuigen worden toegepast. De penetratiegraad geeft aan hoe groot het deel (van bijvoorbeeld het wagenpark) is waarop het pakket wordt toegepast. Bij de bespreking van de maatregelpakketten wordt

de penetratiegraad gegeven voor het invoeringsjaar en het jaar waarin de penetratiegraad maximaal is. We veronderstellen dat de penetratiegraad in de tussenliggende jaren lineair toeneemt.

Voor infrastructuurmaatregelpakketten is de penetratiegraad het percentage wegen of kruispunten, waarop het pakket wordt toegepast. Indien gegevens beschikbaar zijn, wordt de huidige landelijke penetratiegraad gegeven, dat wil zeggen het percentage wegvakken of kruispunten waarop het maatregelpakket reeds is toegepast.² Voor enkele maatregelpakketten wordt verwezen naar Doumen & Weijermars (2009). Dit rapport is in een later stadium beschikbaar gekomen dan de overige beschikbare data in dit rapport. Voor zover relevant voor de penetratiegraad wordt deze verwijzing opgenomen. Voor de effectschattingen hebben deze cijfers geen gevolgen.

Voor gedragsmaatregelpakketten wordt geen penetratiegraad gegeven, met uitzondering van safety culture (aantal bedrijven), handhaving roodlicht-negatie (aantal kruispunten met camera's) en helmdragen bromfietzers (percentage bromfietzers die helm niet of onjuist dragen).

3.5. **Werkingsperiode**

Dit is de tijdsduur waarover het maatregelpakket effect heeft. Voor de meeste infrastructuurmaatregelpakketten wordt verondersteld dat de levensduur 30 jaar is, zoals ook bij de doorrekening van het concept-NVVP is aangenomen. De enige uitzondering is geleiderails (WICON constructie, zie *Paragraaf 4.14*) waarvoor een werkingsperiode van 24 jaar wordt aangenomen op basis van Grontmij (2002).

Bij handavingsmaatregelpakketten wordt in de VVR-GIS verondersteld dat het pakket een volledig jaar van kracht is en dat er alleen een effect is in dat betreffende jaar. In de praktijk kan het effect zich echter ook nog voordoen nadat de (intensivering van) handhaving is beëindigd, dat wil zeggen dat er een uitstralingseffect in de tijd is ('tijdshalo'). Dit uitstralingseffect is doorgaans beperkt. Elliot & Broughton (2005) vonden bijvoorbeeld een tijdshalo die varieert van 0 tot 14 dagen.

Bij maatregelpakketten waarvoor een invoering of wijziging van een wet nodig is (een aantal voertuig- en gedragsmaatregelpakketten) is de werkingsduur gelijk aan de periode waarin de wet van kracht is. Verondersteld wordt dat dit minimaal tot 2020 is.

3.6. **Verkeersveiligheidseffecten**

Bij verkeersveiligheidseffecten gaat het hier om de effecten op het aantal slachtoffers van verkeersongevallen. Het effect op verkeersveiligheid wordt uitgedrukt als de procentuele reductie van het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden op het betreffende wegvak of kruispunt (regionale maatregelpakketten) of in heel Nederland (landelijke maatregelpakketten). Voor de meeste maatregelpakketten worden effectschattingen gebaseerd op het effect op de doelgroep (slachtoffers) en het aandeel van deze doelgroep in het totaal aantal slachtoffers. Bijvoorbeeld: als een maatregelpakket

² De landelijke informatie wordt (in de VVR-GIS) verder niet gebruikt voor effectschattingen. In de VVR-GIS wordt namelijk locatiespecifieke informatie (dat wil zeggen per wegvak en kruispunt) uit Wegkenmerken+ gebruikt voor effectschattingen op lager schaalniveau.

bijvoorbeeld (alleen) effect heeft op het aantal slachtoffers onder bromfietzers, dan wordt het effect op het totaal aantal slachtoffers berekend door het effect op de doelgroep (stel: 25% minder doden onder bromfietzers) te vermenigvuldigen met het aandeel van bromfietsslachtoffers in het totaal aantal slachtoffers (stel: 20%). De uiteindelijke effectschatting, waarmee de VVR-GIS ook rekent, is dan $25\% \cdot 20\% = 5\%$. Merk op dat toepassing van deze effectschatting in berekeningen voor een regio tot onder- of overschatting kan leiden, omdat geen rekening wordt gehouden met regionale verschillen in de doelgroep. Ook wordt geen rekening gehouden met verandering in de (relatieve) omvang van de doelgroep in de tijd. Als bijvoorbeeld het aantal slachtoffers onder bromfietzers als percentage van het totaal aantal slachtoffers in een bepaalde regio relatief hoog is, komt dat niet in de effectschatting voor de regio tot uitdrukking. Ook als het aandeel bromfietsslachtoffers over tien jaar bijvoorbeeld zal zijn gestegen, komt dat niet tot uitdrukking in effectschattingen voor dat betreffende jaar.

De effectschattingen zijn zo veel mogelijk gebaseerd op recente studies. Bij het selecteren van studies waarop de effectschattingen van de VVR-GIS zijn gebaseerd, is gekeken naar de kwaliteit van de studie en de relevantie voor de maatregelen in de VVR-GIS. Daarbij zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Betreft het een voor-/nastudie?
- Is een controlegroep in het onderzoek aanwezig?
- Zijn de juiste statistische toetsen toegepast en zijn deze correct uitgevoerd?
- Zijn de aantallen (ongevallen) in de studie voldoende?
- Is de studie relevant voor de betreffende maatregel in de VVR-GIS?
- Gaat het om Nederlands onderzoek?

De beoordeling op deze criteria is in het rapport per maatregelpakket weergegeven in een tabel.³ Voor een aantal maatregelpakketten is gebruik gemaakt van meta-analyses of overzichtsstudies, zoals het handboek van Elvik & Vaa (2004). De daarin genoemde studies zijn niet beoordeeld op basis van de bovenstaande criteria. In plaats daarvan wordt het commentaar over de kwaliteit van de studies van de auteurs van het handboek besproken. Indien er geen recente studies zijn die voldoende relevant en van voldoende kwaliteit zijn, wordt de effectschatting van Schoon (2000) aangehouden. De 'scores' van de studies op de criteria worden in het rapport alleen weergegeven voor lokale of regionale maatregelpakketten (en dus niet voor landelijke maatregelpakketten). De reden daarvoor is dat deze effectschattingen door de (regionale) gebruikers van de VVR-GIS zullen worden overgenomen en toegepast. Dit vereist dat de onderbouwing van de effectschatting voor deze gebruikers explicieter wordt weergegeven.

Voor veel maatregelpakketten zijn geen effectschattingen bekend afzonderlijk voor doden en ziekenhuisgewonden, maar bijvoorbeeld alleen voor het totaal aantal letselslachtoffers of -ongevallen. Dit vormt een beperking voor de VVR-GIS, omdat daarin met effectschattingen voor doden en ziekenhuisgewonden wordt gerekend. Bij gebrek aan deze gegevens wordt in deze gevallen aangenomen dat de gevonden effectschattingen

³ Indien een maatregelpakket voldoet aan een criterium is dat weergegeven met een 'X'. Indien een maatregelpakket niet voldoet aan een criterium of indien dat niet bekend is, krijgt de maatregel geen 'X'.

(bijvoorbeeld voor het totaal aantal letselslachtoffers of –ongevallen) ook van toepassing zijn op doden en ziekenhuisgewonden.

Merk op dat in dit rapport de effecten op het aantal slachtoffers alleen in reductiepercentages worden gegeven. Het doorrekenen van maatregel-pakketten in termen van het aantal bespaarde slachtoffers gebeurt pas wanneer gebruikers van VVR-GIS het model gaan toepassen. Deze is immers ook afhankelijk van de mobiliteit, de mate van overlap in de maatregelen, et cetera. Zie Reurings et al. (2009) voor een beschrijving van de rekenmethode van de VVR-GIS.

3.7. Kosten

Ten behoeve van de kosteneffectiviteit- en kosten-batenberekeningen zijn de maatschappelijke kosten van de maatregelpakketten onderzocht. Onder de kosten van maatregelpakketten verstaan we alle opgeofferde arbeid, kapitaal of andere middelen die nodig zijn om de maatregel tot stand te brengen ongeacht wie de kosten draagt (Wesemann, 2000). In theorie gaat het bij het bepalen van de kosten om de 'alternatieve kosten' ('opportunity costs'): de baten die men misloopt bij de uitvoering van een maatregel(pakket). Het idee daarbij is dat productiefactoren ook op een andere manier kunnen worden ingezet en daarbij baten opleveren. De baten die men misloopt, vormen de 'opportunity costs'. In het algemeen mag worden verondersteld dat de uitgaven, die bijvoorbeeld de overheid of de voertuigbezitter doet voor het invoeren van het maatregelpakket, de 'opportunity costs' representeren (Boardman et al, 2006). Voor het bepalen van de kosten maken we daarom gebruik van marktprijzen, zoals lonen en marktprijzen van bijvoorbeeld voertuigvoorzieningen. 'Transfers' worden niet tot de maatschappelijke kosten gerekend. Dat zijn transacties die alleen een overdracht van geld tussen partijen vormen, zonder dat er een inzet van middelen (arbeid, kapitaal) tegenover staat. Het is dus alleen een herverdeling van middelen. Voorbeelden daarvan zijn belastingen en geldboetes. Alle kosten worden dus gegeven exclusief btw en eventueel andere belastingen.⁴

We kunnen verschillende typen kosten van verkeersveiligheidsmaatregel-pakketten onderscheiden. In de eerste plaats gaat het om het onderscheid tussen invoeringskosten en operationele kosten (Wesemann & Devillers, 2003). *Implementatiekosten* zijn alle kosten die worden gemaakt om een maatregelpakket te realiseren. De belangrijkste implementatiekosten zijn de kosten van aanleg of aanpassing van infrastructuur en aanpassing van voertuigen en voorlichtings- en wetgevingskosten. *Exploitatiekosten* zijn de kosten die optreden wanneer het maatregelpakket is ingevoerd. Het gaat daarbij vooral om kosten van onderhoud en vervanging van infrastructuur en om kosten van handhaving. Andere operationele kostenposten zijn kosten voor (extra) opleiding optreden, bijvoorbeeld bij invoering van het praktijk-examen voor bromfietzers en specifieke kosten voor bedrijven, zoals de kosten van safety culture. Merk op dat het gaat om de *extra* onderhoudskosten die een maatregelpakket met zich meebrengt. Bijvoorbeeld: bij het

⁴ Volgens de economische literatuur kunnen wel maatschappelijke kosten ontstaan als gevolg van transfers, omdat zij het keuzegedrag van overheden of individuen beïnvloeden met negatieve welvaartseffecten (zie bijvoorbeeld Cullis & Jones, 1992). Daarnaast zijn er andere kosten verbonden aan belastingen, zoals administratieve kosten. Deze kosten blijven buiten beschouwing.

vervangen van kruispunten door rotondes gaat het niet om de onderhoudskosten van rotondes, maar om het verschil tussen onderhoudskosten van kruispunten en van rotondes. Effecten die optreden tijdens de invoering van het maatregelpakket en de kosten daarvan, zoals overlast door wegafsluitingen, blijven buiten beschouwing.

Het vaststellen van de kosten is in belangrijke mate gedaan op basis van literatuuronderzoek. Sinds het onderzoek van Wesemann (2000) naar de kosten (en kosteneffectiviteit) van de maatregelen die waren opgenomen in het concept-NVVP, zijn enkele studies verschenen waarin de kosten van diverse maatregelpakketten zijn geschat. Daarnaast is gebruikt gemaakt van prijsopgaven van leveranciers van infrastructurele en voertuigvoorzieningen.

Alle bedragen zijn exclusief btw en exclusief kosten van grondaankoop. Grondaankoop is buiten beschouwing gelaten, omdat de kosten van grond sterk afhankelijk zijn van de regio en locatie. Alle bedragen zijn uitgedrukt in het prijspeil van 2003. De consumentenprijsindex van het CBS is gebruikt voor het omrekenen van bedragen die in de bron in het prijspeil van een ander jaar zijn uitgedrukt.

Verder moet worden opgemerkt dat het hier gaat om bedragen, die de gebruiker van de VVR-GIS als richtbedrag kan gebruiken. De gebruiker van de VVR-GIS kan de kosten desgewenst aanpassen als daarvoor gegronde redenen zijn. Het kan dan bijvoorbeeld gaan om het toevoegen van kosten van grondgebruik.

3.8. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Effecten van maatregelpakketten kunnen aan elkaar gerelateerd zijn als zij dezelfde doelgroep hebben. Aangegeven wordt welke andere maatregelpakketten uit de maatregellijst invloed hebben op dezelfde doelgroepen als het betreffende maatregelpakket.

4. Infrastructuurmaatregelpakketten

4.1. Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30

4.1.1. Wegcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom.

4.1.2. Beschrijving

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 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 (DV) mag hier alleen autoverkeer komen dat een herkomst of bestemming heeft binnen dit gebied en moet doorgaand verkeer zo veel mogelijk worden geweerd.

DV herinrichten Zone 30 bestaat uit de volgende wegvakmaatregelen:

- verlagen maximumsnelheid van 50 km/uur naar 30 km/uur;
- inrichten van duidelijke toegangspoorten tot de Zone 30;
- één rijbaan (rijloper), dus geen asmarkering;
- snelheidsremmende maatregelen bij te brede verharding (bijvoorbeeld suggestiestroken, wegversmalling of plateaus of drempels);
- bij lange rechtstanden plaatselijke versmallingen, verlegging weg-as of snelheidsremmers.

DV herinrichten Zone 30 bestaat uit de volgende kruispuntmaatregelen:

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

Dit is een infrastructuurmaatregelpakket, dat kan worden toegepast op een gebied. Dit dient een aaneengesloten gebied van wegvakken en kruispunten te zijn. Dit maatregelpakket wordt op alle wegvakken en kruispunten binnen dit gebied toegepast.

4.1.3. Doelgroep

Het maatregelpakket richt zich op bestuurders van voertuigen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom die nog niet DV zijn ingericht als Zone 30.

De slachtofferdoelgroep bestaat uit slachtoffers bij ongevallen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom die nog niet DV als Zone 30 zijn ingericht.

In 2002 bedroeg het aantal ernstige ongevallen binnen de bebouwde kom 6.893. 21% hiervan viel op woonstraten (erftoegangswegen). Van deze 1.474 ernstige ongevallen viel ongeveer een zesde deel in Zones 30, terwijl aangenomen is dat 50% van de woonstraten toen was ingericht als Zone 30 (SWOV, 2009a). De overige 83% van de ongevallen op woonstraten viel dus op nog niet als Zone 30 ingerichte woonstraten. In totaal gaat het dus om 17% van de ernstige ongevallen binnen de bebouwde kom (83% van 21%).

4.1.4. Penetratiegraad

Ongeveer 80% van de erftoegangswegen binnen de bebouwde kom heeft een snelheidslimiet van 30 km/uur. Op 31% van de wegen met deze limiet zijn snelheidsremmende maatregelen op kruispunten genomen, en op 41% zijn maatregelen genomen op zowel kruispunten als wegvakken (Doumen & Weijermars, 2009).

4.1.5. Verkeersveiligheidseffecten

De SWOV (SWOV, 2009a) schat in de factsheet over Zone 30 voor het aantal letselongevallen de effectiviteit op 25%. Deze schatting is gebaseerd op Elvik (2001) en Vis & Kaal (1993). Elvik (2001) vindt in zijn studie een reductiepercentage van 25% met een spreiding van 20%, voor 'main roads' wordt overigens een lager effect gevonden. Vis & Kaal (1993) vinden een reductiepercentage van 22% met een spreiding van 13%. Deze percentages zijn lager dan de schatting van Schoon (2000). Hij schat de effectiviteit van goed ingerichte Zone 30 voor het aantal letselongevallen op 35%.

AVV (2005b) constateert in zijn monitoring verslag van het Startprogramma Duurzaam Veilig, op wegen met een maximumsnelheid van 30 km/uur in de periode 1997-1999 tot 2001-2003 een daling van 43% voor verkeersdoden en 60% voor ziekenhuisgewonden. Dit gaat echter over een daling op wegen die al een maximumsnelheid van 30 km/uur hadden. Verder is ook niets bekend over een eventuele controlegroep. Wel wordt gemeld dat de daling van het totaal aantal verkeersdoden in Nederland in dezelfde periode 10% was.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
AVV (2005b)				X		X
Vis & Kaal (1993)	X	X	X	X	X	X

Tabel 4.1. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Aan de hand van bovenstaande tabel wordt de studie van Vis & Kaal (1993) kwalitatief als beste beoordeeld. Vis & Kaal (1993) en de metastudie van Elvik (2001) worden meegenomen in de effectschatting, de overige studies niet. Ondanks dat de metastudie van Elvik vooral gebaseerd is op buitenlandse literatuur, zijn de resultaten toch bruikbaar. Vis & Kaal voldoet aan alle criteria. Een groot deel van het effect is toe te schrijven aan de reductie van het (doorgaande) verkeer. Op basis van deze twee studies wordt het totale effect van het Duurzaam Veilig herinrichten van Zone 30 geschat op 25% voor doden en voor ziekenhuisgewonden. Er wordt

aangenomen dat de reductiepercentages gevonden voor het aantal letselongevallen hetzelfde is als die van doden en ziekenhuisgewonden. Omdat er in de literatuur geen onderscheid wordt gemaakt in effecten op kruispunten of wegvakken, wordt aangenomen dat deze effecten gelijk zijn aan elkaar. Voor zowel kruispunten als wegvakken geldt dus een reductiepercentage van 25%.

4.1.6. *Kosten*

De kosten van Sober herinrichten van Zones 30 bedragen ongeveer 20.000 euro per kilometer (zie maatregel 2). We veronderstellen dat de kosten van (volledig) DV herinrichten ongeveer tweemaal zo hoog zijn als sober inrichten, dat wil zeggen 40.000 euro per kilometer.

We veronderstellen dat de maatregelen geen extra onderhoudskosten met zich meebrengen.

4.1.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er zijn relaties met Sober herinrichten Zone 30, wat een uitgekleden vorm is van dit maatregelpakket. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep.

4.2. **Sober herinrichten Zone 30**

4.2.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom.

4.2.2. *Beschrijving*

Sober herinrichten van wegen is een faseringsoplossing. Uiteindelijk moeten alle erftoegangswegen duurzaam veilig worden ingericht. Aangezien het financieel en qua planning niet mogelijk is om alle wegen tegelijkertijd te herinrichten, wordt een deel van de Zone 30 sober ingericht. Een ander voordeel hiervan is dat met een sobere inrichting de wegategorisering versneld zichtbaar kan worden gemaakt. Met sober wordt bedoeld dat er alleen maatregelen worden getroffen op plaatsen waar deze werkelijk nodig, die plaatsen zijn:

- de randen van het verblijfsgebied (de poorten);
- de plaatsen die als knelpunt zijn aan te merken.

Concreet betekent dit dat de ingangen van erftoegangswegen goed moeten zijn ingericht en dat daarnaast de knelpunten moeten worden aangepakt. Onder knelpunten worden voornamelijk gevaarlijke kruispunten en te brede wegen verstaan. Het verschil met DV inrichten is vooral dat bij sober herinrichten de snelheid van 30 km/uur niet overal wordt afgedwongen, alleen op de knelpunten. Het weren van doorgaand verkeer is hierin erg belangrijk, dit kan ook met sobere maatregelen worden bewerkstelligd.

Sober herinrichten Zone 30 bestaat uit de volgende wegvakmaatregelen:

- verlagen maximumsnelheid van 50 km/uur naar 30 km/uur;
- inrichten van duidelijke toegangspoorten tot de Zone 30;
- één rijbaan (rijloper), dus geen asmarkering.

Sober herinrichten Zone 30 bestaat uit de volgende kruispuntmaatregelen:

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

Dit is een infrastructuurmaatregelpakket, dat op een gebied kan worden toegepast. Dit dient een aaneengesloten gebied van wegvakken en kruispunten te zijn. Dit maatregelpakket wordt op alle wegvakken en kruispunten binnen dit gebied toegepast.

4.2.3. *Doelgroep*

Het maatregelpakket richt zich op bestuurders van voertuigen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom die nog niet DV en niet sober zijn ingericht als Zone 30.

Slachtoffers bij ongevallen op erftoegangswegen binnen de bebouwde kom die nog niet DV zijn ingericht als Zone 30, vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002 bedroeg het aantal ernstige ongevallen binnen de bebouwde kom 6.893. 21% hiervan viel op woonstraten (erftoegangswegen). Van deze 1.474 ernstige ongevallen viel ongeveer een zesde deel in Zones 30, terwijl aangenomen is dat 50% van de woonstraten toen was ingericht als Zone 30 (SWOV, 2009a). De overige 83% van de ongevallen op woonstraten viel dus op nog niet als Zone 30 ingerichte woonstraten. In totaal gaat het dus om 17% van de ernstige ongevallen binnen de bebouwde kom (83% van 21%).

4.2.4. *Penetratiegraad*

Ongeveer 80% van de erftoegangswegen binnen de bebouwde kom heeft een snelheidslimiet van 30 km/uur. Op 31% van de wegen met deze limiet zijn snelheidsremmende maatregelen genomen op kruispunten, en op 41% zijn maatregelen genomen op zowel kruispunten als wegvakken (Doumen & Weijermars, 2009).

4.2.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

Er is geen specifieke studie gevonden naar de effecten van het sober herinrichten van een Zone 30. Elvik (2001) en Vis & Kaal (1993) hebben de effectiviteit van goed ingerichte Zones 30 onderzocht. Elvik (2001) vindt in zijn studie een reductiepercentage van 25% met een spreiding van 20%, voor 'main roads' wordt overigens een lager effect gevonden. Vis & Kaal (1993) vinden een reductiepercentage van 22% met een spreiding van 13%. Schoon (2000) komt wel met een effectiviteit voor een 'sobere herinrichting' van een Zone 30, hij schat het effect op 15%. Een groot deel van dit effect is toe te schrijven aan de reductie van het (doorgaande) verkeer.

Op basis van Schoon (2000) wordt het totale effect van Sober herinrichten van Zone 30 geschat op 15% voor doden en voor ziekenhuisgewonden. Er wordt aangenomen dat de reductiepercentages gevonden voor het aantal letselongevallen hetzelfde is als die van doden en ziekenhuisgewonden. Omdat er in de literatuur geen onderscheid wordt gemaakt in effecten op kruispunten of wegvakken, wordt aangenomen dat deze effecten gelijk zijn

aan elkaar. Voor zowel kruispunten als wegvakken geldt dus een reductiepercentage van 15%.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Vis & Kaal (1993)	X	X	X	X	X	X

Tabel 4.2. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

4.2.6. Kosten

DHV (2004) heeft een evaluatie uitgevoerd van twintig Zones 30. Uit de door DHV verzamelde gegevens over kosten en betreffende weglengten blijkt dat de kosten voor die gebieden gemiddeld ruim 20.000 euro per km bedragen. Wellicht is dit een overschatting, omdat in de onderzochte gebieden soms meer maatregelen zijn genomen dan in het hier beschreven maatregel-pakket. Dit bedrag is echter lager dan de schatting die het ministerie maakte voor de begroting van het Startprogramma (24.000 euro per km; Wesemann, 2000). We gaan hier uit van 20.000 euro per km. We veronderstellen dat de maatregelen geen extra onderhoudskosten met zich meebrengen.

4.2.7. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er zijn relaties met Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30. Sober herinrichten is een uitgekledde vorm van dit maatregelpakket. Beide hebben dezelfde doelgroep.

4.3. Aanleg van vrijliggende fietspaden

4.3.1. Wegcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

4.3.2. Beschrijving

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 specifieke fietsvoorzieningen worden aangebracht op gebiedsontsluitingswegen. Een vrijliggend fietspad of fiets/brompad verdient veelal de voorkeur. Volgens Duurzaam Veilig moet zo'n voorziening binnen de bebouwde kom bij een intensiteit van meer dan 6.000 à 10.000 voertuigen per etmaal en op wegen met 2x2 rijstroken worden toegepast. Omdat er bij vrijliggende fietspaden wel meer ongevallen op kruispunten plaatsvinden, wordt aanbevolen om fietspaden op enige afstand voor het kruispunt te beëindigen (Lynam et al., 2005). Vlak voor en op een kruispunt worden fietsers dan gemengd met het gemotoriseerde verkeer. Hierdoor zijn de fietsers beter zichtbaar.

4.3.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit fietsers op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom zonder vrijliggend fietspad of parallelvoorziening. Slachtoffers bij ongevallen tussen fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 21 doden en 377 ziekenhuisgewonden bij ongevallen tussen fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds op wegvakken binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (AVV / BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 136 doden en 2.017 ziekenhuisgewonden die er totaal vielen op deze wegvakken is dit 15%, respectievelijk 19%. Voor ernstige slachtoffers is het aandeel 18,5%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

4.3.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad wordt geschat op 59% (Doumen & Weijermars, 2009).

4.3.5. Verkeersveiligheidseffecten

Verschillende bronnen (onder andere Jensen, 2005; SWOV, 2008) melden dat het veiligheidseffect van vrijliggende fietspaden ten opzichte van geen fietsvoorzieningen binnen de bebouwde kom niet aantoonbaar is. Over het algemeen reduceert een fietspad het aantal ongevallen op wegvakken, maar stijgt het aantal ongevallen op kruispunten als er daar geen speciale voorzieningen worden getroffen. Wel zijn fietspaden over het algemeen veiliger dan fietsstroken. AGV (1995) heeft het Fietsrouten netwerk in Delft geëvalueerd. Hierin wordt geconcludeerd dat een routenetwerk van fietsvoorzieningen geen meerwaarde heeft voor fietsgebruik en verkeersveiligheid. Elvik & Vaa (2004) vinden geen significant effect van minder letselongevallen. Schoon (2000) neemt een reductie van 25% aan voor letselongevallen met fietsers op wegvakken, ten opzichte van geen fietsvoorzieningen. Dit is gebaseerd op Welleman & Dijkstra (1988).

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Jensen (2005)					X	
AGV (1995)	X	X	X	X		X
Welleman & Dijkstra (1988)			X	X	X	X

Tabel 4.3. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

De buitenlandse studies, Elvik (2004) en Jensen (2005), worden niet relevant geacht voor de Nederlandse situatie. Ook de studie van AGV (1995) is minder relevant, omdat er niet wordt gekeken naar het effect van het aanleggen van alleen een fietsvoorziening. AGV (1995) heeft de aanleg van een Fietsrouten netwerk geëvalueerd, de aanleg van fietspaden was hier slechts een onderdeel van. Ondanks dat Welleman & Dijkstra geen voor- en nastudie hebben uitgevoerd, wordt de effectschatting hierop gebaseerd. Het voldoen aan het criterium 'relevantie' door Welleman & Dijkstra (1988) wordt

zwaarder gewogen dan het niet voldoen aan de criteria 'voor-/ nastudie' en 'controlegroep'. Zij vonden op wegvakken een effect van 25% minder letselongevallen met fietsers, brom- en snorfietsers. Het effect voor alleen fiets en snorfiets is 24%. Aangezien bromfietsers binnen de bebouwde kom op de rijbaan rijden, gaan we uit van dit laatste percentage. Letselongevallen met fietsers en snorfietsers vormen 18,5% van het totale aantal ongevallen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom. Het reductiepercentage op het totale aantal letselongevallen op dit type wegen komt hiermee op 4,4% (24% van 18,5%). Dit effect wordt gelijk verondersteld voor doden en ziekenhuisgewonden.

4.3.6. *Kosten*

Voor de aanlegkosten gaan we in de VVR-GIS uit van 55.000 euro per km op basis van een schatting van Grontmij (2002). Voor de jaarlijkse onderhoudskosten gaan we uit van 1% van de aanlegkosten, ofwel 550 euro per kilometer.

4.3.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met Aanleg van parallelwegen (GOW bibeko). Beide maatregelpakketten hebben betrekking op grotendeels dezelfde doelgroep. Met het aanleggen van een parallelweg worden ook de (brom)fietsers van de hoofdrijbaan geweerd.

Daarnaast is er een relatie met Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan (GOW bibeko). Dit maatregelpakket heeft deels betrekking op dezelfde doelgroep. Een deel van de ongevallen met fietsers wordt voorkomen bij het ontbreken van geparkeerde voertuigen. Wanneer beide maatregelpakketten tegelijk worden genomen, is er dus een overlap in de effecten.

4.4. **Aanleg van vrijliggende fiets-/bromfietspaden**

4.4.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.4.2. *Beschrijving*

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'n voorziening buiten de bebouwde kom in elk geval worden toegepast.

4.4.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit (brom)fietsers op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom zonder vrijliggend fietspad of parallelvoorziening. Slachtoffers bij ongevallen tussen (brom)fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 23 doden en 159 ziekenhuisgewonden bij ongevallen tussen (brom)fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (AVV / BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 300 doden en 1.817 ziekenhuisgewonden die er totaal op deze wegvakken vielen, is dit 8%, respectievelijk 9%. Voor alle ernstigletsel-slachtoffers is het aandeel 9%. Dit zijn overigens niet alle gebiedsontsluitingswegen, maar wel grotendeels.

4.4.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad is minimaal 80% (schatting gebaseerd op CBS-cijfers).

4.4.5. Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn geen specifieke studies gevonden naar de effecten van het buiten de bebouwde kom aanleggen van vrijliggende fietspaden. Welleman & Dijkstra (1988), AGV (1995), Elvik & Vaa (2004) en Jensen (2005) bestuderen allen de effecten van het aanleggen van vrijliggende fietspaden binnen de bebouwde kom. Schoon (2000) neemt een reductie van 25% aan voor letselongevallen met fietsers binnen de bebouwde kom, dit is gebaseerd op Welleman & Dijkstra (1988). Daarbij is aangenomen dat het reductiepercentage buiten de bebouwde kom hier gelijk aan is. Over het algemeen reduceert een fietspad het aantal ongevallen op wegvakken, maar stijgt het aantal ongevallen op kruispunten als er daar geen speciale voorzieningen worden getroffen.

Op basis van Welleman & Dijkstra (1988) wordt voor de VVR-GIS een effect van 25% minder letselongevallen met fietsers aangenomen. Deze vormen 9% van het totale aantal ongevallen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. Het reductiepercentage op het totale aantal letselongevallen op dit type wegen komt hiermee op 2%. Dit effect wordt gelijk verondersteld voor doden en ziekenhuisgewonden.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Jensen (2005)					X	
AGV (1995)	X	X	X	X		X
Welleman & Dijkstra (1988)			X	X	X	X

Tabel 4.4. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

4.4.6. *Kosten*

Voor de aanlegkosten gaan we in de VVR-GIS uit van 55.000 euro per km op basis van een schatting van Grontmij (2002). Voor de jaarlijkse onderhoudskosten gaan we uit van 1% van de aanlegkosten, ofwel 550 euro per kilometer.

4.4.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met Aanleg van parallelwegen (GOW bubeko). Deze maatregelpakketten hebben betrekking op grotendeels dezelfde doelgroep. Met het aanleggen van een parallelweg worden ook de (brom)fietsers van de hoofdrijbaan geweerd.

4.5. **Aanleg van parallelwegen binnen de bebouwde kom**

4.5.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

4.5.2. *Beschrijving*

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. We gaan ervan uit dat het gaat om het vervangen van een fietspad door een parallelweg voor alle verkeer, wat binnen de bebouwde kom meestal het geval is. 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. Tevens kunnen er parkeervoorzieningen worden geplaatst, zodat er niet meer op of langs de hoofdrijbaan kan worden geparkeerd.

4.5.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom, zonder parallelvoorziening. Slachtoffers bij ongevallen tussen (brom)fietsers en gemotoriseerd verkeer op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom vormen de slachtofferdoelgroep. Daarnaast gaat het om slachtoffers bij ongevallen met een geparkeerd voertuig langs of op de weg en slachtoffers die vallen als gevolg van de aanwezigheid van een geparkeerd voertuig. Tot slot vallen ook slachtoffers bij ongevallen waarbij toegangsgelateerd verkeer (afslaand verkeer en verkeer dat de hoofdrijbaan op komt vanaf een toegang) is betrokken onder de doelgroep.

In 2002-2004 viel gemiddeld 20% van de doden en 27% van de ziekenhuisgewonden op wegvakken binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur bij ongevallen tussen (brom)fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds. 4% Respectievelijk 8% van de doden en ziekenhuisgewonden viel als gevolg van de aanwezigheid van een geparkeerd voertuig. Het aandeel van de slachtoffers veroorzaakt door toegangsgelateerde ongevallen is niet bekend. In totaal gaat het dus om

meer dan 24% van de doden en 35% van de ziekenhuisgewonden op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom (AVV / BRON, 1997-2005).

4.5.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad van dit maatregelpakket is onbekend.

4.5.5. Verkeersveiligheidseffecten

De aanwezigheid van een parallelweg in combinatie met een gesloten-verklaring op de hoofdrijbaan voor (brom)fietsers en langzaam gemotoriseerd verkeer heeft tot doel het verminderen van het aantal ongevallen met fietsers, met toegangsgelateerd verkeer (afslaand verkeer en verkeer dat de hoofdrijbaan op komt vanaf een toegang) en het aantal ongevallen veroorzaakt door (foutief) inhalen van langzaam gemotoriseerd verkeer. Reekmans et al. (2004) vinden in hun literatuurstudie een reductie van 68% voor toeganggerelateerde ongevallen, als aangenomen wordt dat door een parallelweg het aantal toegangen op de hoofdrijbaan van twintig naar twee wordt gereduceerd. DHV (2000) schat de reductie van een parallelweg aan één zijde 60% van ongevalstypen waarbij afslaand verkeer of verkeer vanaf een aansluiting is betrokken. Voor een parallelweg aan weerszijden wordt een effect van 90% geschat. Hierbij is rekening gehouden met de toename van ongevallen op de parallelweg.

In Schoon (2000) wordt een reductie van letselongevallen van 25% door de aanleg van een parallelweg op een gebiedsontsluitingswegen genoemd. Dit is gebaseerd op onderzoek van Michels & Meijer (1989). Het gaat daarbij echter om parallelwegen *buiten* de bebouwde kom. Bovendien gaat het om het vervangen van een fietspad door een parallelweg voor alle verkeer. Goudappel (2001) heeft het verschil tussen wegen met en zonder parallelvoorzieningen onderzocht, wat voor dit maatregelpakket van toepassing is. Overigens gaat het hier ook om wegen buiten de bebouwde kom. In dit onderzoek wordt gevonden dat wegvakken met parallelvoorzieningen 18% minder ongevallen (per lengte-eenheid) laten zien dan wegen zonder die voorzieningen.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Michels & Meijer (1989)			X	X		X
Goudappel (2001)			X	X	X	X
DHV (2000)					X	X
Reekmans et al. (2004)					X	

Tabel 4.5. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Het is onbekend waar de effectschatting in DHV (2000) op is gebaseerd. Reekmans et al. (2004) baseren hun schatting op een buitenlandse studie. De voorkeur gaat uit naar een Nederlandse studie. Het effect van het aanleggen van een parallelweg wordt gebaseerd op Goudappel (2001). Er wordt aangenomen dat dit percentage gelijk is voor doden en voor

ziekenhuisgewonden en voor binnen en buiten de bebouwde kom. Zoals hierboven aangegeven maakt de slachtofferdoelgroep 24% respectievelijk 35% uit van het totaal aantal doden respectievelijk ziekenhuisgewonden. Het effect op het totaal aantal doden is 6% ($25\% \cdot 24\%$) en het effect op het totaal aantal ziekenhuisgewonden is 9% ($25\% \cdot 35\%$).

4.5.6. *Kosten*

Schattingen van de aanlegkosten van een parallelweg buiten de bebouwde kom liggen tussen 320.000 en 420.000 euro per kilometer exclusief grondkosten (Grontmij, 2002; Provincie Zeeland, 2002; DHV, 2000; Wesemann, 2000). We veronderstellen dat de kosten van een parallelweg binnen de bebouwde kom ongeveer even hoog zijn (afgezien van grondkosten). Voor de VVR-GIS gaan we uit van 370.000 euro per kilometer exclusief grondkosten. Voor de kosten van een dubbele parallelweg gaan we uit van een bijna tweemaal zo hoog bedrag (640.000 euro per km), omdat er niet of nauwelijks kostenbesparingen zijn. Verder nemen we aan dat de jaarlijkse onderhoudskosten ongeveer 1% van de aanlegkosten bedragen, dat wil zeggen 3.700 euro per km (enkel) en 6.400 euro per km (dubbel).

4.5.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met Aanleg van vrijliggende fietspaden (GOW bibeko). Beide maatregelpakketten hebben betrekking op grotendeels dezelfde doelgroep. Met het aanleggen van een parallelweg worden ook de (brom)fietsers van de hoofdrijbaan geweerd.

Daarnaast is er een relatie met Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan (GOW bibeko). Dit maatregelpakket heeft deels betrekking op dezelfde doelgroep. Een deel van de ongevallen met fietsers wordt voorkomen bij het ontbreken van geparkeerde voertuigen. Wanneer beide maatregelpakketten tegelijk worden genomen, is er dus een overlap in de effecten.

4.6. **Aanleg van parallelwegen buiten de bebouwde kom**

4.6.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.6.2. *Beschrijving*

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 op de hoofdrijbaan komen. Een parallelweg is niet bedoeld voor doorgaand verkeer. Een parallelweg kan aan één zijde van de hoofdrijbaan worden aangelegd of aan beide zijden.

4.6.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, zonder parallelvoorziening. Slachtoffers bij ongevallen tussen (brom)fietsers en gemotoriseerd verkeer op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom vormen de slachtofferdoelgroep. Tevens gaat het om slachtoffers bij ongevallen waarbij toegangsgerelateerd verkeer (afslaand verkeer en verkeer dat de hoofdrijbaan op komt vanaf een toegang) is betrokken. Tot slot vallen ook slachtoffers bij ongevallen waarbij langzaam gemotoriseerd verkeer en gemotoriseerd verkeer betrokken is, onder de doelgroep.

In 2002-2004 viel gemiddeld 8% van de doden en 9% van de ziekenhuisgewonden op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur bij ongevallen tussen (brom)fietsers en snorfietsers enerzijds en gemotoriseerd verkeer anderzijds. 4% respectievelijk 3% van de doden en ziekenhuisgewonden viel als gevolg een aanrijding met een landbouwvoertuig. Het aandeel van de slachtoffers veroorzaakt door toegangsgerelateerde ongevallen is niet bekend. In totaal gaat het dus om meer dan 12% van de doden en ziekenhuisgewonden op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom (AVV / BRON, 1997-2005).

4.6.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad van dit maatregelpakket is onbekend.

4.6.5. Verkeersveiligheidseffecten

De aanwezigheid van een parallelweg in combinatie met een gesloten-verklaring op de hoofdrijbaan voor (brom)fietsers en langzaam gemotoriseerd verkeer heeft tot doel het verminderen van het aantal ongevallen met fietsers, met toegangsgerelateerd verkeer (afslaand verkeer en verkeer dat de hoofdrijbaan opkomt vanaf een toegang) en het aantal ongevallen veroorzaakt door (foutief) inhalen van langzaam gemotoriseerd verkeer. Reekmans et al. (2004) vinden in hun literatuurstudie een reductie van 68% voor toegangsgerelateerde ongevallen, als aangenomen wordt dat door een parallelweg het aantal toegangen op de hoofdrijbaan van twintig naar twee wordt gereduceerd. DHV (2000) schat de reductie van een parallelweg aan één zijde 60% van ongevalstypen waarbij afslaand verkeer of verkeer vanaf een aansluiting is betrokken. Voor een parallelweg aan weerszijden wordt een effect van 90% geschat. Hierbij is rekening gehouden met de toename van ongevallen op de parallelweg.

In Schoon (2000) wordt een reductie van letselongevallen van 25% door de aanleg van een parallelweg op een gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom genoemd. Dit is gebaseerd op onderzoek van Michels & Meijer (1989). Het gaat daarbij echter om het vervangen van een fietspad door een parallelweg voor alle verkeer. Goudappel (2001) heeft het verschil tussen wegen met en zonder parallelvoorzieningen onderzocht, wat voor deze maatregel toepassing is. Daarin wordt gevonden dat wegvakken met parallelvoorzieningen 18% minder ongevallen (per lengte-eenheid) laten zien dan wegen zonder die voorzieningen.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Michels & Meijer (1989)			X	X		X
Goudappel (2001)			X	X	X	X
DHV (2000)					X	X
Reekmans et al. (2004)					X	

Tabel 4.6. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Het is onbekend waar de effectschatting in DHV (2000) op is gebaseerd. Reekmans et al. (2004) baseren hun schatting op een buitenlandse studie. De voorkeur gaat uit naar een Nederlandse studie. Het effect van het aanleggen van een parallelweg wordt gebaseerd op Goudappel (2001). Er wordt aangenomen dat dit percentage gelijk is voor doden en voor ziekenhuisgewonden en voor binnen en buiten de bebouwde kom. Zoals hierboven aangegeven maakt de slachtofferdoelgroep 12% uit van het totaal aantal slachtoffers (voor zowel doden als ziekenhuisgewonden). Het effect op het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden is 2% ($18\% \cdot 12\%$).

4.6.6. Kosten

Schattingen van de aanlegkosten van een parallelweg buiten de bebouwde kom liggen tussen 320.000 en 420.000 euro per kilometer (Grontmij 2002; Wesemann, 2000; DHV, 2000). Voor de VVR-GIS gaan we op basis van deze bronnen uit van 370.000 euro per kilometer exclusief grondkosten. De grondkosten zijn sterk afhankelijk van de locatie. Voor de kosten van een dubbele parallelweg gaan we uit van een bijna tweemaal zo hoog bedrag (640.000 euro per km), omdat er niet of nauwelijks kostenbesparingen zijn. Verder nemen we aan dat de jaarlijkse onderhoudskosten ongeveer 1% van de aanlegkosten bedragen, dat wil zeggen 3.700 euro per km (enkel) en 6.400 euro per km (dubbel).

4.6.7. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er is een relatie met Aanleg van fietspaden (GOW bubeko). Deze maatregelpakketten hebben betrekking op grotendeels dezelfde doelgroep. Met het aanleggen van een parallelweg worden ook de (brom)fietsers van de hoofdrijbaan geweerd.

4.7. Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan

4.7.1. Wegcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

4.7.2. Beschrijving

Het verbieden van parkeren langs de weg houdt in dat er geen auto's meer op of naast de rijbaan mogen parkeren. Door dit maatregelpakket te combineren met een stopverbod wordt de aanwezigheid van stilstaande

voertuigen op de weg voorkomen. De effectiviteit van dit maatregelpakket wordt vergroot als er voldoende veilige alternatieven zijn, bijvoorbeeld een aparte parkeervoorziening of op een nabijgelegen erftoegangsweg.

4.7.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen en overstekende voetgangers bij geparkeerde voertuigen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom, waar het niet verboden is te parkeren. De slachtofferdoelgroep bevat drie subgroepen. De eerste groep bestaat uit slachtoffers bij ongevallen met een geparkeerd voertuig langs of op de weg en slachtoffers die vallen als gevolg van de aanwezigheid van een geparkeerd voertuig, beide op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom. Slachtoffers bij ongevallen met een in- of uitparkerend voertuig op of langs de rijbaan vormen de tweede groep. Ten derde behoren de slachtoffers van ongevallen met bij geparkeerde voertuigen overstekende voetgangers hiertoe. In de periode 2001-2003⁵ vielen er gemiddeld 6 doden en 152 ziekenhuisgewonden bij ongevallen met een geparkeerd voertuig, op wegvakken binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur. De grootte van de eerste subgroep is een indicatie van het aantal slachtoffers veroorzaakt door de aanwezigheid van geparkeerde voertuigen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

4.7.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad van dit maatregelpakket wordt geschat op 56% (Doumen & Weijermars, 2009).

4.7.5. Verkeersveiligheidseffecten

Uit Nederlandse ongevallencijfers (AVV/VOR, 1976-2003) blijkt dat 7% van de doden en ziekenhuisgewonden op wegvakken binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur, is gevallen bij een botsing tegen een geparkeerd voertuig (voor de periode 1998-2003). Het verbieden van parkeren op en langs de weg reduceert het aantal ongevallen met geparkeerde auto's, zowel achter, voor als tegen geopende portiers.

Volgens Elvik & Vaa (2004) is van de letselongevallen in Noorwegen waarbij geparkeerde voertuigen zijn betrokken, 30% van deze ongevallen een ongeval waarbij een voertuig op een geparkeerd voertuig botst. In 8% gaat het om een botsing met een geparkeerd voertuig dat net wegrijdt en in 25% van de gevallen gaat het om voetgangers die van achter een geparkeerd voertuig oversteken. Het overige deel wordt deels (15%) veroorzaakt door het inhalen van geparkeerde voertuigen. Elvik & Vaa (2004) schatten de totale reductie door het verbieden van parkeren langs de rijbaan op 20% van alle letselongevallen, met een betrouwbaarheidsmarge van 6%. Hierbij is geen rekening gehouden met een eventuele toename op andere wegvakken. Elvik & Vaa melden overigens dat veel van de studies uit de meta-analyse methodologisch zwak zijn, zonder controlegroep of aanpassing voor regressie-naar-het-gemiddelde. Vaak was het parkeerverbod een van de genomen maatregelen, terwijl het effect van het geheel is.

⁵ In verband met een verandering in de ongevallenregistratie zijn de gegevens voor ongevallen met geparkeerde voertuigen vanaf 2004 niet betrouwbaar. Er is daarom naar het driejaar-gemiddelde van 2001-2003 gekeken.

Schoon (2000) komt ook met een reductiepercentage van 20% voor ziekenhuisgewonden als gevolg van de afwezigheid van geparkeerde voertuigen. Deze schatting is gebaseerd op de ongevallenregistratie in 1998.

Op basis van de meta-analyse van Elvik & Vaa (2004) wordt geschat dat de ongevallen uit AVV/BRON (7%) 38% zijn van alle slachtoffers veroorzaakt door parkeren op wegvakken binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (30% waarbij een voertuig op een geparkeerd voertuig botst + 8% botsingen met een geparkeerd voertuig dat net wegrijdt = 38%). De overige ongevallen, zoals voetgangers die worden aangereden tijdens het oversteken vanachter een geparkeerde auto, zitten niet in deze 7%. Het totale aantal ongevallen veroorzaakt door geparkeerde auto's komt hiermee op 18% ($7 * 100 / 38 = 18\%$). Het verbieden van parkeren op en langs de rijbaan zal een groot deel van deze ongevallen voorkomen, maar niet allemaal, omdat er geen stopverbod geldt. Aangenomen wordt dat het verbieden van parkeren twee derde van deze ongevallen voorkomt. Het reductiepercentages wordt op basis van al deze informatie geschat op 12% voor doden en voor ziekenhuisgewonden.

Omdat we de effectschatting baseren op een meta-analyse en ongevallengegevens, is een tabel met scores op criteria voor kwaliteit en relevantie van studies bij deze maatregel niet van toepassing.

4.7.6. *Kosten*

Dit maatregelpakket kent niet of nauwelijks directe kosten. Er kunnen wel indirecte kosten zijn, omdat elders parkeerruimte en -voorzieningen nodig zijn. Deze indirecte kosten laten we hier buiten beschouwing.

4.7.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met Aanleg van vrijliggende fietspaden (GOW bibeko). Dit maatregelpakket heeft deels betrekking op dezelfde doelgroep. Een deel van de ongevallen met fietsers wordt voorkomen bij het ontbreken van geparkeerde voertuigen.

Daarnaast is er een relatie met Aanleg van parallelwegen (GOW bibeko). Dit maatregelpakket heeft deels betrekking op dezelfde doelgroep. Het deel van de ongevallen waarbij verkeer is betrokken dat nu gebruik maakt van de parallelweg, wordt nu voorkomen. Daarnaast zullen er voertuigen zijn die op de parallelweg gaan parkeren in plaats van op de rijbaan. Wanneer beide maatregelpakketten tegelijk worden genomen, is er overlap in de effecten. Ongevallen met geparkeerde voertuigen op de parallelweg zullen overigens toenemen.

4.8. **Herinrichten Zone 60, Duurzaam Veilig en Sober**

4.8.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom.

4.8.2. Beschrijving

Wegen buiten de bebouwde kom die gecategoriseerd zijn als erftoegangsweg, moeten volgens de principes van Duurzaam Veilig, worden ingericht 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. Dit 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 maatregelen te treffen. Daarnaast mag de verharding niet de indruk van twee rijstroken wekken. In de praktijk is de maximale intensiteit op erftoegangswegen maximaal 5.000 à 6.000 voertuigen/dag (CROW, 2002). Essentieel voor de effectiviteit van deze maatregel is het weren van doorgaand verkeer door een Zone 60.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen Duurzaam Veilig (DV) herinrichten en Sober herinrichten.

Duurzaam Veilig herinrichten Zone 60

DV herinrichten Zone 60 bestaat uit de volgende wegvakmaatregelen:

- instellen maximumsnelheid 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- / suggestiestroken bij verharding > 6,5 m;
- bij lange rechtstanden plaatselijke versmallingen of snelheidsremmers.

DV herinrichten Zone 60 bestaat uit de volgende kruispuntmaatregelen:

- gelijkwaardige kruispunten: bij voorkeur T-splitsingen;
- snelheidsremmende maatregelen op kruispunten, bij voorkeur plateaus, anders punaises.

Sober herinrichten Zone 60

Aangezien het financieel en qua planning niet mogelijk is om alle wegen tegelijkertijd opnieuw in te richten, komt het in de praktijk vaak voor dat eerst de belangrijkste wegen duurzaam veilig worden heringericht en de overige wegen sober. Het sober herinrichten van wegen is een faseringsoplossing, uiteindelijk zouden alle erftoegangswegen duurzaam veilig moeten worden ingericht. Met sober wordt bedoeld dat er volwaardige maatregelen worden getroffen, maar alleen op plaatsen waar deze werkelijk nodig zijn en waarbij moet worden voldaan aan de Uitvoeringsvoorschriften BABW (Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer). Die plaatsen zijn:

- de randen van het verblijfsgebied (de poorten);
- de plaatsen die als knelpunt zijn aan te merken.

Concreet betekent dit dat de ingangen van erftoegangswegen goed ingericht moeten zijn en dat daarnaast de knelpunten moeten worden aangepakt. Onder knelpunten worden voornamelijk kruispunten met een hoog risico verstaan. Het weren van doorgaand verkeer is erg belangrijk, dit kan ook met sobere maatregelen worden bewerkstelligd.

Sober herinrichten Zone 60 bestaat uit de volgende wegvakmaatregelen:

- instellen maximumsnelheid (60 km/uur);
- één rijbaan (rijloper), dus geen asmarkering

Sober herinrichten Zone 60 bestaat uit de volgende kruispuntmaatregelen:

- gelijkwaardige kruispunten: bij voorkeur T-splitsingen;
- snelheidsremmende maatregelen op de kruispunten met een hoog risico (voorkeur plateaus boven punaises).

Dit is een infrastructuurmaatregelpakket dat toegepast kan worden op een gebied. De onderliggende maatregelen worden dan op alle wegvakken en kruispunten binnen een aaneengesloten gebied genomen. Het is niet mogelijk om de maatregelpakketten DV herinrichten Zone 60 en Sober herinrichten met elkaar te combineren.

4.8.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit weggebruikers op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom die nog niet ingericht zijn als Zone 60, of die nog niet DV zijn ingericht. Slachtoffers op wegvakken van erftoegangswegen buiten de bebouwde kom vormen de slachtofferdoelgroep.

Jaarlijks vallen er circa 340 verkeersdoden en 2.500 ziekenhuisgewonden op de 45.000 km potentiële erftoegangswegen buiten de bebouwde kom (AVV, 2005b). Dat is respectievelijk 35% en 24% van het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden in 2002-2004 (AVV / BRON, 1997-2005).

4.8.4. *Penetratiegraad*

In 2008 was 63% van de ETW-bubeko ingericht als weg met limiet 60. Van deze wegen was 55% sober ingericht (Doumen & Weijermars, 2009).

4.8.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

De Unie van Waterschappen heeft onderzoek gedaan naar de effecten van de invoering van Zone 60. Dit onderzoek bestreek een periode van 4 jaar (tot 2003) en 20 Zones 60, met een totale lengte van 850 km. Ook zijn er controlegebieden onderzocht. In de onderzochte gebieden zijn er weinig maatregelen getroffen op wegvakken, de meeste maatregelen betroffen kruispuntmaatregelen. In deze studie wordt een significante daling van 24% gevonden voor het aantal slachtofferongevallen. Deze daling na de inrichting van de Zones 60 is daadwerkelijk te danken aan de inrichting van deze gebieden. Als gekeken wordt naar wegvakken en kruispunten afzonderlijk, dan is er een reductie van 17% gevonden voor letselongevallen op de wegvakken en een daling van 47% op de kruispunten (Beenker, 2004).

AVV (2005b) vindt in zijn monitor van het Startprogramma Duurzaam Veilig een daling van 50% voor doden en 20% voor ziekenhuisgewonden in de periode 1997 - 2003. Dit is echter een daling op wegen die in 1997 ook al een limiet van 60 km/uur hadden. Daarnaast wordt er niet gesproken over een controlegroep. AVV maakt geen onderscheid in kruispunt- of wegvakslachtoffers.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
AVV (2005b)				X		X
Beenker (2004)	X	X	X	X	X	X

Tabel 4.7. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

De studie van de Unie van Waterschappen voldoet aan alle zes de criteria, op basis hiervan wordt de effectschatting gebaseerd op Beenker (2004), het gevonden effect in AVV (2005b) wordt niet meegewogen. Het reductiepercentage van 47% op kruispunten is gevonden in gebieden waar voornamelijk kruispuntmaatregelen zijn toegepast. Er wordt daarom verondersteld dat het effect van Duurzaam Veilig herinrichten kruispunten 47% is. Het reductiepercentage van 17% op wegvakken is gevonden in gebieden waar weinig wegvakmaatregelen zijn toegepast. Er wordt daarom verondersteld dat het effect van Sober herinrichten wegvakken 17% is. We nemen aan dat beide percentages van toepassing zijn op zowel doden als ziekenhuisgewonden.

De effecten van Sober herinrichten van kruispunten en van Duurzaam Veilig herinrichten van wegvakken kunnen niet worden afgeleid uit Beenker (2004). Omdat er ook geen andere studies bekend zijn, gebruiken we voor deze maatregelen de effectschattingen van Sober respectievelijk Duurzaam Veilig herinrichten van Zones 30.

	Kruispunten	Wegvakken
Sober	15% (Schoon, 2000)	17% (Beenker, 2004)
Duurzaam Veilig	47% (Beenker, 2004)	25% (Vis & Kaal, 1993)

Tabel 4.8. Reductiepercentages herinrichten Zone 60.

4.8.6. Kosten

In een onderzoek van de Unie van Waterschappen (Beenker, 2004) zijn (onder andere) de kosten van het aanleggen van Zone 60-gebieden geëvalueerd. Het blijkt dat de kosten van Sober herinrichten gemiddeld bijna 6.100 euro per kilometer bedragen. Dit ligt in dezelfde orde van grootte als het richtbedrag dat in het Startprogramma Duurzaam Veilig is opgenomen (5.672 euro). Voor de VVR-GIS gaan we uit van 6.000 euro per km. De kosten van DV herinrichten zullen (veel) hoger liggen. We veronderstellen dat deze tweemaal zo hoog zijn (12.000 euro).

We veronderstellen dat de maatregelen geen extra onderhoudskosten met zich meebrengen.

4.8.7. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

DV herinrichten Zone 60 van wegvakken (ETW bubeko) en DV herinrichten Zone 60 van kruispunten (ETW bubeko) dienen altijd in combinatie met elkaar genomen te worden.

Sober herinrichten Zone 60 van wegvakken (ETW bubeko) en Sober herinrichten Zone 60 van kruispunten (ETW bubeko) dienen altijd in combinatie met elkaar genomen te worden.

Sober herinrichten is een uitgekilde vorm van DV herinrichten. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep en kunnen vanzelfsprekend niet tegelijk worden toegepast.

4.9. **Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding**

4.9.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.9.2. *Beschrijving*

Op enkelbaanswegen met twee rijstroken en tegengesteld verkeer 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 onmogelijk te maken neemt de kans op frontale en schampongevalen aanzienlijk af. Volgens het CROW (CROW, 2002) bestaat de voorkeursoplossing uit twee doorgetrokken scheidingsstrepen met daartussen 'broodjes'; bolvormige verhogingen van maximaal 0,05m. 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 en langzaam gemotoriseerd verkeer niet op de weg mogen komen omdat inhalen niet mogelijk is, of omdat de grote snelheidsverschillen leiden tot verkeersonveilige situaties. Voor verschillende vormen van (moeilijk overrijdbare) rijrichtingscheiding, zie Infopunt Duurzaam Veilig verkeer (2000).

4.9.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. Slachtoffers die vallen bij frontale ongevallen of botsingen met een tegenligger op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar nog geen moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding is aangebracht, vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 300 doden en 1.817 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (AVV / BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 407 doden en 2.934 ziekenhuisgewonden die er totaal (dus op wegvakken én kruispunten) op deze wegen vielen, is dit 74%, respectievelijk 62%. Voor ernstige slachtoffers is het aandeel 63%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

In totaal vielen er in de periode 2002-2004 32% en 18% van het totaal aantal doden respectievelijk ziekenhuisgewonden op wegvakken van gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.9.4. Verkeersveiligheidseffecten

Van Beek (niet gepubliceerd) komt tot een reductiepercentage van 20% voor ongevallen op wegen met een dubbele doorgetrokken asmarkering en reflectoren. Het grootste effect van 26% vond hij op de N342 (Oldenzaal – Denekamp). Wegen met alleen dubbele asmarkering lieten echter een stijging van 20% zien, met een extreme uitschieter van 48% meer ongevallen. Dit is mogelijk veroorzaakt doordat een wegvak met zeer weinig ongevallen is bekeken. Over het algemeen heeft het maatregelpakket een positief effect op de rijshnelheden (lager dus) en vooral op de afname van forse snelheidsovertredingen. Verder vermindert het inhalen fors.

Schoon (2000) schat de effectiviteit van moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding op 10%. Dit is voornamelijk gebaseerd op een verwachte verdwijning van het aantal inhaalmanoeuvres en manoeuvres die hiermee verband houden.

De provincie Zuid-Holland bepaalde het effect van een rijrichtingscheiding in combinatie met verbreding van de rijbaan. DHV (2000) schatte de ongevallenreductie op 95% voor frontale botsingen, ongevallen veroorzaakt door foutief inhalen of keren op de weg.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Van Beek (niet gepubliceerd)	X				X	X
DHV (2000)					X	X

Tabel 4.9. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Het is onbekend waar de effectschatting in DHV (2000) op is gebaseerd, de studie van Van Beek (niet gepubliceerd) voldoet wel aan drie van de zes criteria. Daarom wordt op basis van Van Beek (niet gepubliceerd) het effect van moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom geschat op 20%, voor doden en ziekenhuisgewonden. Omdat de maatregel alleen mag worden toegepast in combinatie met de aanleg van een fietspad, wordt hier ook een effectschatting gegeven voor de combinatie van de twee maatregelen. Deze is (zie ook paragraaf 4.4.4) $0,80 \cdot 0,98 = 0,78$; oftewel een reductiepercentage van 22%. Overigens zal er in de meeste gevallen al een fietspad of parallelweg aanwezig zijn op wegen waar deze maatregel wordt overwogen.

4.9.5. Kosten

Wesemann (2000) raamt de kosten op ongeveer 2.000 euro per kilometer. Indien de rijbaan moet worden verbreed, zijn de kosten veel hoger. Voor de onderhoudskosten gaan we uit van 1% van de implementatiekosten, ofwel 20 euro, per jaar.

4.9.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er zijn geen relaties of afhankelijkheden met andere maatregelpakketten in dit rapport.

4.10. Niet-overrijdbare rijrichtingscheiding

4.10.1. Wegcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.10.2. Beschrijving

Het maatregelpakket scheidt beide rijrichtingen 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 (Grontmij, 2002). 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 snelheidsverschillen leiden tot verkeersonveilige situaties.

Dit is een infrastructuurmaatregelpakket die op een wegvak kan worden toegepast.

4.10.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. Slachtoffers die vallen bij frontale botsingen of botsingen met een tegenligger op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar nog geen fysieke rijbaanscheiding is aangebracht, vormen de slachtofferdoelgroep.

In de periode 2004-2006 vielen er jaarlijks gemiddeld 202 doden en 1.449 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (AVV / BRON). Voor het aantal doden is dat 69% van het totaal aantal doden op die wegen (wegvakken en kruispunten) en voor het aantal ziekenhuisgewonden is dat 60%.

In vergelijking met het totaal aantal verkeersdoden en ziekenhuisgewonden in de periode 2004-2006 viel 27% van het aantal doden en 16% van het aantal ziekenhuisgewonden op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur.

4.10.4. Verkeersveiligheidseffecten

De effectiviteit van de harde rijbaanscheiding op stroomwegen wordt geschat op 50% (Schoon, 2000). In deze schatting zit ook het effect van snelheidsreductie. Indien frontale botsingen niet meer voorkomen, zou een reductie van 12% van het aantal dodelijke ongevallen kunnen worden gehaald (Koornstra et al., 1992). Volgens Dijkstra (2003) zou dit percentage ook iets hoger kunnen liggen indien blijkt dat het aanbrengen van een niet-overrijdbare rijbaanscheiding leidt tot een verlaging van de rijnsnelheid. Aan de andere kant zou het percentage te hoog kunnen zijn als wordt aangenomen dat de ongevallenregistratie niet volledig is. Bijvoorbeeld: een

botsing tussen twee voertuigen die dezelfde rijrichting hebben maar waarbij een van de voertuigen gedraaid op de wegheft is komen te staan, wordt mogelijk ook genoteerd als een frontale botsing. Volgens Elvik & Vaa (2004) resulteren 'median guardrails on divided highways' in een afname van ongeveer 40% van het aantal dodelijke ongevallen, in een afname van ongeveer 30% van het aantal ongevallen met gewonden en in een afname van ongeveer 25% van ongevallen met uitsluitend materiële schade. Het gaat hier overigens net als in Schoon (2000) om stroomwegen.

Voor het effect van deze maatregel is de schatting van Elvik & Vaa (2004) de beste bron, omdat deze het meest recent is en veel relevanter is voor deze maatregel. Op basis hiervan wordt het effect geschat op 40% voor het aantal doden en 30% voor het aantal gewonden. Omdat de maatregel alleen mag worden toegepast in combinatie met de aanleg van een fietspad, wordt hier ook een effectschatting gegeven voor de combinatie van de twee maatregelen. Deze is (zie ook *Paragraaf 4.4.5*) $0,60 \cdot 0,98 = 0,59$ voor doden en $0,70 \cdot 0,98 = 0,69$ voor gewonden; oftewel een reductiepercentage van 41% voor doden en 31% voor gewonden. Overigens zal er in de meeste gevallen al een fietspad of parallelweg aanwezig zijn op wegen waar deze maatregel wordt overwogen.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Koornstra et al. (1992)					X	X
Schoon (2000)					X	X

Tabel 4.10. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

4.10.5. Kosten

Indien een barrier als rijbaanscheiding wordt gekozen, liggen de kosten tussen 2.000 en 3.000 euro per kilometer afhankelijk van de uitvoeringsvorm (AVV, 2008, *Maatregelencatalogus Benutten*).

4.10.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Het maatregelpakket heeft een relatie met het maatregelpakket Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding.

4.11. Reductie oversteekplaatsen

4.11.1. Wegcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.11.2. Beschrijving

Het reduceren van oversteekplaatsen houdt in dat er oversteekvoorzieningen voor fietsers en voetgangers op wegvakken van gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom worden verwijderd. Een

oversteekplaats voor fietsers kan bijvoorbeeld worden omgeleid naar een nabijgelegen kruising. Elke oversteekplaats betekent een risicoverhoging voor het betreffende weggedeelte. In principe zijn oversteekplaatsen op gebiedsontsluitingswegen niet nodig voor fietsers en voetgangers. Zij zouden bij kruispunten moeten oversteken. Soms kan een oversteekplaats noodzakelijk zijn, als bijvoorbeeld een fietsroute een weg kruist en er in de buurt geen kruispunt is. Bij haltes voor het openbaar vervoer kan dit ook het geval zijn. Daarom is het aan te raden om bij die oversteekplaatsen die noodzakelijk zijn, snelheidsreducerende maatregelen zoals plateaus te plaatsen (SWOV, 2010a).

4.11.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit voetgangers, fietsers en brom-/snorfietsers die gebiedsontsluitingswegen op wegvakken buiten de bebouwde kom oversteken. Slachtoffers die vallen bij het oversteken door kwetsbare verkeersdeelnemers van wegvakken van gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 kwamen per jaar gemiddeld 36 voetgangers, fietsers en brom-/snorfietsers om bij een botsing met een motorvoertuig, op wegvakken van wegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur. Dit is 12% van het totaal aantal verkeersdoden op deze wegen. Voor ziekenhuisgewonden is dit aantal 190, dat is 10% van het totaal (AVV / BRON, 1997-2005). Meer dan de helft van deze ongevallen is geregistreerd als 'kruisen' of 'oversteken', voor voetgangers is dat zelfs 100%.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 300 doden en 1.817 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op wegvakken buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur.

4.11.4. *Verkeersveiligheidseffecten van de maatregelen*

Het effect van dit maatregelenpakket hangt in sterke mate af van het alternatief wat er voor de voetgangers of fietsers wordt geboden. Leidt het verwijderen van een oversteekvoorziening tot veel extra reistijd of moeite, dan zal er toch worden overgestoken. Indien bestuurders dit niet verwachten omdat er geen oversteekvoorziening is, kan dit zelfs leiden tot een stijging van het aantal slachtoffers.

Uit de ongevallenregistratie blijkt dat 12% van het totaal aantal verkeersdoden op deze wegen en 10% van de ziekenhuisgewonden overstekende voetgangers, fietsers en brom-/snorfietsers zijn (AVV/VOR, 1976-2003). Schoon (2000) schat het effect op 5%. Er zijn geen relevante nieuwere studies gevonden met effectschattingen voor deze maatregel. Het effect wordt op basis van Schoon (2000) geschat op 5% voor zowel doden als ziekenhuisgewonden.

Omdat we de effectschatting overnemen van Schoon (2000) en deze gebaseerd is op de ongevallenregistratie, is een tabel met scores op criteria voor kwaliteit en relevantie van studies bij dit maatregelenpakket niet van toepassing.

4.11.5. *Kosten*

Wesemann (2000) heeft de kosten van het reduceren van oversteekplaatsen geschat op ongeveer 6.000 euro per stuk. Bij deze kosten zitten ook de kosten voor snelheidsreducerende maatregelen die nodig zijn bij de oversteekplaatsen die noodzakelijk blijven. Omdat er sindsdien geen nieuwe kostenschattingen voor deze maatregel zijn gemaakt, houden we 6.000 euro per stuk aan. Het aantal oversteekplaatsen per kilometer is niet bekend. De gebruiker van VVR-GIS kan hier zelf een inschatting van maken. We gaan ervan uit dat er geen extra onderhoudskosten zijn.

4.11.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er zijn geen relaties of afhankelijkheden met andere maatregelpakketten in dit rapport.

4.12. **Semiverharde bermen**

4.12.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.12.2. *Beschrijving*

Wegbermongevallen 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.

Semiverharde bermen bestaan uit een water doorlatende steensoort met daarop grond en een twee centimeter dikke graslaag. Deze grasstrook zorgt ervoor dat de berm niet als extra rijstrook gaat dienen.

4.12.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit alle weggebruikers met motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar geen bermverharding aanwezig is. Slachtoffers die bij bermongevallen vallen, vormen de slachtofferdoelgroep.

Gemiddeld gebeuren in de periode 2002-2004 jaarlijks 2.740 ernstige letselongevallen op gebiedsontsluitingswegen, waarbij 410 doden vallen en 2.954 ziekenhuisgewonden. De doelgroep van deze maatregel zijn de slachtoffers van bermongevallen. De problematiek van bermongevallen is zeer groot op 80km/uur-wegen. In 2001 was ongeveer 35% van alle doden op 80km/uur-wegen te betreuren bij bermongevallen met motorvoertuigen (Schoon, 2003a).

4.12.4. Verkeersveiligheidseffecten

De SWOV heeft geraamd dat het aantal slachtoffers van bermongevallen op provinciale wegen met 75% kan verminderen na de aanleg van semiverharde zijbermstroken (0,45m tot 2,45m breed) in combinatie met een obstakelvrije zone (, 2000). Dergelijke semiverharde zijbermstroken zonder obstakelvrije zone zouden volgens dezelfde studie het aantal slachtoffers met 20% verminderen.

Newstead & Corben (2001) kwamen tot de conclusie dat het aantal slachtoffers van bermongevallen in Australië met 51% verminderde na de aanleg van een verharde berm met normale lijnmarkeringen en het verwijderen van obstakels. Het aanleggen van een verharde berm zou volgens hen 29-31% van de slachtoffers van bermongevallen besparen. Van alle doden op GOW's is bijna een derde om het leven gekomen bij een botsing met obstakels. Dit aandeel is constant over de periode 2000-2004. Wij houden de effectschatting aan van Schoon (2000) van 20% reductie voor de doelgroep (alle slachtoffers van bermongevallen), omdat deze schatting betrekking heeft op de Nederlandse situatie. Aangezien de doelgroep ongeveer 35% van alle slachtoffers op 80km/uur-wegen is komt de totale reductie op 7% ($0,35 * 20\%$).

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Newstead & Corben (2001)	X	X	X	X	X	

Tabel 4.11. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

4.12.5. Kosten

Schoon (2003a) geeft een indicatie van de aanlegkosten op basis van gegevens van enkele provincies. Voor een breedte van een halve meter bedragen de aanlegkosten gemiddeld 25.000 euro per kilometer voor beide wegzijden samen, waarbij opgemerkt moet worden dat de kosten sterk afhangen van het type. Wesemann (2000) komt uit op gemiddeld 35.000 euro per kilometer bij een breedte van 0,45 tot 2,45 meter. De bedragen zijn exclusief grondaankoop. Voor de VVR-GIS gaan we uit van 25.000 euro per kilometer en een breedte van een halve meter, wat voldoende om ongevallen te vermijden en waarvoor geen grondaankoop nodig is (Schoon, 2003a).

We gaan er verder van uit dat er geen extra onderhoudskosten zijn.

4.12.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregel

Er is een sterke relatie met de maatregelpakketten Bermbeveiliging WICON en Obstakelvrije afstand. Deze maatregelpakketten hebben nagenoeg dezelfde doelgroep.

4.13. **Obstakelvrije afstand**

4.13.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.13.2. *Beschrijving*

Het maatregelpakket richt zich op het vergroten van de obstakelvrije afstand 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 (Grontmij, 2002). Volgens de RONA-richtlijnen (richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen) dient de obstakelvrije afstand op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom met een 80km/uur-limiet ten minste 6 meter te zijn. De minimum vereiste afstand is 4,5 meter. 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. Hierbij kan ook een ongeval met tegemoetkomend verkeer worden veroorzaakt.

4.13.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit alle bestuurders van motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar de obstakelvrije zone minder dan 4,5 meter is of waar obstakels binnen de 4,5 meter niet zijn afgeschermd. Slachtoffers die vallen bij ongevallen met obstakels en vaste voorwerpen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, vormen de slachtofferdoelgroep. Deze ongevallen vormen ongeveer 30% van de ongevallen onder alle bestuurders van motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

Gemiddeld gebeuren er over de periode 2002-2004 jaarlijks 2.740 ernstige letselongevallen op GOW's, waarbij 410 doden vallen en 2.954 ziekenhuisgewonden. Hiervan bestaat ongeveer driekwart uit bermongevallen. Bij bijna een derde van de dodelijke bermongevallen vindt een botsing met obstakels plaats.

4.13.4. Verkeersveiligheidseffecten

Het aantal te besparen doden van bermongevallen door een obstakelvrije zone in combinatie met semiverharde bermen is volgens Schoon (2000) ongeveer 75% en het effect van alleen semiverharde bermen 20%. Hieruit kan worden afgeleid dat het effect van alleen een obstakelvrije zone 69% is.⁶ Newstead & Corben (2001) kwamen tot de conclusie dat het aantal slachtoffers van bermongevallen met 51% verminderde na de aanleg van een verharde berm met normale lijnmarkeringen en het verwijderen van obstakels. Het aanleggen van een verharde berm zou volgens hen 29-31% van de slachtoffers van bermongevallen besparen. De besparing van het aantal slachtoffers van bermongevallen door enkel het verwijderen van obstakels zal dan boven de 20% liggen. Een precieze schatting is echter niet te geven aangezien er niet bekend is hoeveel overlap er precies is tussen het effect van bermverharding en obstakelvrije afstand. Verder is er ook niet bekend hoe groot de obstakelvrije zone in de studie was. Dit heeft vanzelfsprekend ook effect op het percentage bespaarde slachtoffers.

Gezien de onduidelijkheden in de studie van Newstead & Corben op het punt van de obstakelvrije zone houden we de schatting van Schoon (2000) aan. Volgens deze schatting zal het aanbrengen van een obstakelvrije zone volgens de eisen van het CROW een besparing van ongeveer 69% van het totaal aantal slachtoffers van dodelijke bermongevallen op gebiedsontsluitingswegen opleveren. Aangezien bermongevallen ongeveer 35% van alle ongevallen op gebiedsontsluitingswegen voor hun rekening nemen, betekent dit een besparing van ongeveer 25% van het totaal aantal doden op gebiedsontsluitingswegen. Hetzelfde reductiepercentage geldt voor het aantal ziekenhuisgewonden en doden.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Newstead & Corben (2001)	X	X	X	X	?	

Tabel 4.12. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

4.13.5. Kosten

Wesemann (2000) heeft de implementatiekosten van obstakelvrije zones voor GOW's bubeko geschat op ongeveer 270.000 euro per km. Dit bedrag is overgenomen door onder andere Grontmij (2002). Omdat er sindsdien geen nieuwe kostenschattingen voor dit maatregelpakket zijn gemaakt, houden we het bedrag van 270.000 euro per km aan. We gaan er verder van uit dat er geen extra onderhoudskosten zijn.

⁶ Hierbij is de 'productregel' toegepast. Dit betekent dat een reductiepercentage wordt toegepast op het aantal slachtoffers dat resteert als (een) ander(e) maatregelpakket(ten) zijn toegepast. Toepassing van de productregel zorgt ervoor dat 'dezelfde' slachtoffers niet meerdere malen door verschillende maatregelpakketten bespaard kunnen worden.

4.13.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een sterke relatie met de andere bermmaatregelpakketten Semiverharde bermen en Bermbeveiliging WICON. Deze maatregelpakketten werken voor nagenoeg dezelfde doelgroep.

4.14. **Bermbeveiliging WICON**

4.14.1. *Wegcategorie*

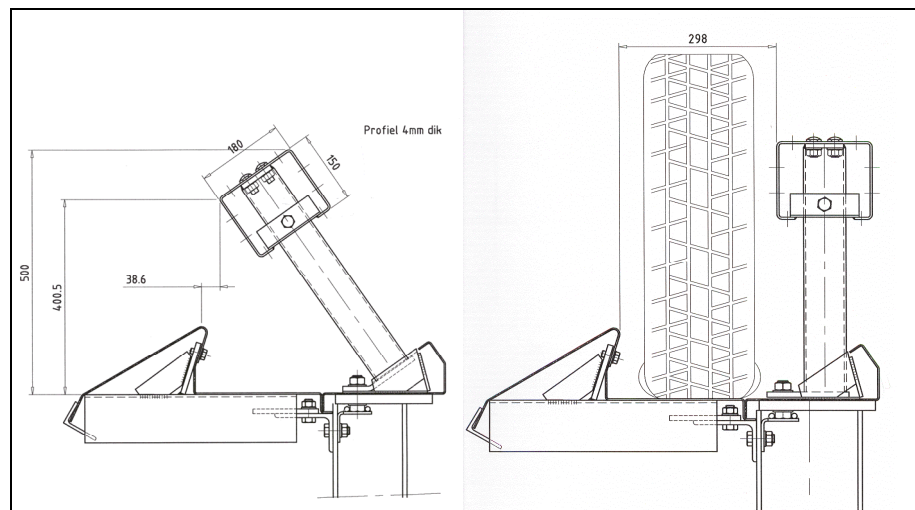
Het maatregelpakket is toepasbaar op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.14.2. *Beschrijving*

Wegbermongevallen zijn ongevallen waarbij voertuigen in de berm zijn beland. Hieronder vallen onder meer obstakelgevallen en eenzijdige ongevallen. 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.

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. De standaard geleiderailconstructie wordt bij voorkeur niet toegepast op wegen zonder fysieke rijbaanscheiding vanwege het terugkaatsingsgevaar. Hiervoor is WICON ontwikkeld, dit type beveiligingsconstructie voorkomt terugkaatsing van een voertuig na een aanrijding met de geleiderail.

Afbeelding 4.1 geeft aan hoe de autoband 'gevangen' wordt na contact met de WICON.



Afbeelding 4.1. Doorsnede van een WICON zonder (links) en met (rechts) 'gevangen autoband'

Uit interviews onder wegbeheerders (Schoon, 2003a) kwam naar voren dat de toepassing van WICON alleen op specifieke gevaarlijke locaties gewenst

wordt. De geïnterviewde wegbeheerders geven aan dat zij een continue toepassing van WICON op gebiedsontsluitingswegen met bomen dicht langs de weg, met name vanwege de hoge kosten niet zien zitten.

4.14.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit alle bestuurders van motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar geen bermverharding aanwezig is of waar de obstakelvrije minder dan 4,5 meter bedraagt. Slachtoffers van bermongevallen vormen de slachtofferdoelgroep.

Gemiddeld gebeuren er over de periode 2002-2004 jaarlijks 2.740 ernstige letselongevallen op GOW's, waarbij 410 doden vallen en 2.954 zwaar-gewonden. De problematiek van bermongevallen is zeer groot op 80km/uur-wegen. Ongeveer 35% van alle doden bij ongevallen met motorvoertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom zijn gerelateerd aan bermen. Bermongevallen kunnen niet los worden gezien van obstakel-ongevallen. Daarom zullen maatregelen die de berm verharderen, ook effect hebben op het aantal obstakelongevallen.

4.14.4. Verkeersveiligheidseffecten

Er is weinig bekend over het effect van bermbeveiligingsconstructies. Theoretisch is het effect op dodelijke ongevallen iets lager dan bij een obstakelvrije zone. Dit omdat bij het van de weg afraken, een constructie die naast de weg staat al gauw wordt geraakt.

Obstakel- en bermongevallen waarbij een bestuurder door middel van overcorrectie tegen een tegenligger botst, worden met WICON voorkomen. De SWOV heeft geraamd dat het aantal slachtoffers van bermongevallen op provinciale wegen met 75% kan verminderen na de aanleg van semiverharde zijbermstroken (0,45m tot 2,45m breed) in combinatie met een obstakelvrije zone (Schoon, 2000). Een dergelijke reductie zou ook met behulp van WICON kunnen worden gehaald.

Elvik & Vaa (2004) schatten het effect van energieabsorberende elementen om botsingen met harde obstakels te voorkomen op 69% reductie in dodelijke ongevallen met obstakels.

Gezien de bovenstaande literatuur zal het aanbrengen van WICON een besparing van ongeveer 25% van de slachtoffers bij dodelijke ongevallen kunnen betekenen op gebiedsontsluitingswegen. Deze schatting is gebaseerd op een reductie van ten minste 75% van alle bermongevallen (Schoon, 2000) en een doelgroep die 35% uitmaakt van het totaal aantal dodelijke ongevallen. Het aantal bespaarde ziekenhuisgewonden is naar schatting eveneens ongeveer 25%. Wanneer er geen obstakelvrije zone aanwezig is in combinatie met WICON, zal het aantal UMS ongevallen mogelijk toenemen. Het gevonden effect wijkt niet af van de schatting van Schoon (2000).

4.14.5. Kosten

De kosten van WICON bestaan uit productie-, montage- en onderhoudskosten. De productie- en montagekosten schatten we op ongeveer 150.000

respectievelijk 50.000 euro, op basis van gegevens verstrekt door het bedrijf Prins Dokkum, de enige producent van WICON in Nederland. Voor de totale aanlegkosten gaan we uit van 200.000 euro per km.

De onderhoudskosten van WICON zijn min of meer gelijk aan de onderhoudskosten van een gewone geleiderail, die ongeveer 2600 euro per kilometer bedragen (Grontmij, 2002). Daarnaast zijn er kosten voor het richten van WICON, dat halverwege de levensduur (ongeveer 24) jaar moet gebeuren. De kosten daarvan bedragen circa 3.500 euro per kilometer.

4.14.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een sterke relatie met de maatregelpakketten Semiverharde bermen en Obstakelvrije afstand.

4.15. **Duurzaam Veilig herinrichten van wegvakken en kruispunten op regionale stroomwegen**

4.15.1. *Wegcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op regionale stroomwegen.

4.15.2. *Beschrijving*

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 worden getroffen.

Wegvakmaatregelen:

- maximumsnelheid 100 km/uur;
- fysieke (harde) rijrichtingscheiding;
- geen landbouwverkeer;
- geen erfaansluitingen;
- pechvoorzieningen (pechhavens of semiverharde berm);
- semiverharde zijbermstroken (wanneer pechvoorzieningen ontbreken);
- obstakelvrije zone c.q. geleiderailconstructies.

Kruispuntmaatregelen:

- ongelijkvloerse kruisingen.

4.15.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit alle weggebruikers van regionale stroomwegen. Alle slachtoffers van ongevallen op regionale stroomwegen vormen de slachtofferdoelgroep.

In de periode 2002-2004 gebeurden er op regionale stroomwegen jaarlijks gemiddeld 82 ernstige letselongevallen, waarvan 16 op kruispunten en 66 op wegvakken. Hierbij kwamen gemiddeld 16 mensen om (2 op kruispunten en 14 op wegvakken) en raakten 95 mensen zwaargewond (19 op kruispunten en 76 op wegvakken).

4.15.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

De effectschatting nemen we over uit Schoon (2000), aangezien er sindsdien geen nieuwe onderzoeksresultaten beschikbaar zijn gekomen. Dit betekent een reductie van 50% op ongevallen die op wegvakken plaatsvinden, en een reductie van 50% op ongevallen op kruispunten. Dit is op basis van de doorgerekende maatregelen, ongelijkvloerse kruisingen, obstakelvrije zone en fysieke rijrichtingscheiding. Hetzelfde geldt voor het aantal doden en ziekenhuisgewonden.

Omdat we de effectschatting overnemen van Schoon (2000) is een tabel met scores op criteria voor kwaliteit en relevantie van studies bij dit maatregelpakket niet van toepassing.

4.15.5. *Kosten*

De aanlegkosten van ongelijkvloerse kruisingen zijn afhankelijk van de uitvoering en bedragen 4,5 tot 14 miljoen euro (Grontmij, 2002). Uitgaande van één kruising per 10 kilometer, hanteren we voor de VVR-GIS een gemiddeld bedrag van 900.000 euro per kilometer.

De aanlegkosten van fysieke rijrichtingscheiding (barrier) liggen volgens Grontmij (2002) 2.000 tot 3.000 euro per kilometer. We gaan uit van 2.500 euro per kilometer.

De kosten voor het aanleggen van pechhavens bedragen circa 12.000 euro per stuk. Uitgaande van één pechhaven per kilometer komen we uit op 12.000 euro per kilometer.

De kosten van semiverharde bermen en obstakelvrije zone bedragen respectievelijk 25.000 euro en 270.000 euro per kilometer (zie maatregel 11 en 12). Voor geleiderailconstructies gaan we uit van 50.000 euro per kilometer op basis van Grontmij (2002). De kosten van de overige maatregelen zijn in verhouding zeer beperkt en laten we hier buiten beschouwing.

Op basis van de genoemde bedragen schatten we de kosten van de gehele maatregel op ongeveer 0,9 miljoen euro per kilometer (semiverharde zijbermstroken, geen pechvoorzieningen en obstakelvrije zone/geleiderailconstructies) tot 1,2 miljoen euro per kilometer (inclusief pechvoorzieningen en obstakelvrije zone/geleiderailconstructies). Voor de jaarlijkse onderhoudskosten gaan we uit van 9.000 euro per kilometer. Merk op dat de kosten sterk afhankelijk zijn van het aantal ongelijkvloerse kruisingen en de uitvoering daarvan.

4.15.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er zijn geen relaties met andere maatregelpakketten in dit rapport.

4.16. **Kruispunten ombouwen tot rotondes binnen de bebouwde kom**

4.16.1. *Kruispuntcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op kruispunten tussen twee gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

4.16.2. *Beschrijving*⁷

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.

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 trajectnelheid in ogenschouw worden genomen. 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.

Rotondes binnen de bebouwde kom dienen zo uniform mogelijk te worden uitgevoerd en duidelijk anders dan rotondes 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 verkeersgedrag bevorderd. Rotondes met vrijliggende fietspaden zijn in de meeste situaties veiliger dan rotondes met fietsstroken.

4.16.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit weggebruikers op kruispunten op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom, waar nog geen rotonde is aangelegd. Alle slachtoffers bij kruispuntongevallen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom, waar nog geen rotonde is aangelegd, vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 124 doden en 2.583 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op kruispunten op wegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (AVV / BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 261 doden en 4.600 ziekenhuisgewonden die er totaal vielen op deze wegen is dit 48%, respectievelijk 56%. Voor alle letselslachtoffers is het aandeel 56%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

4.16.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Uit SWOV-onderzoek (Schoon & Van Minnen, 1993) is bekend dat met de aanleg van rotondes binnen de bebouwde kom een slachtofferreductie van gemiddeld 69% kan worden bereikt. Indien we het effect van de invoering van lokale voorrangregelingen meetellen voor het berekenen van de

⁷ Deze beschrijving is gebaseerd op CROW (2002).

slachtofferreductie op alle kruispunten, kan van een totaaleffect van 75% worden uitgegaan. Dijkstra (2005) bevestigt dit effect.

In het buitenland is er redelijk veel onderzoek gedaan naar de effecten van rotondes op de verkeersveiligheid. Het merendeel van deze onderzoeken komt op reductiepercentages van (letsel)ongevallen variërend tussen de 50% en 80%. Het is echter zeer moeilijk om deze resultaten naar de Nederlandse situatie te vertalen. Een belangrijke oorzaak hiervan is het feit dat er in Nederland veel meer gefietst wordt dan in andere landen, daardoor zijn de verkeersstromen en de infrastructuur moeilijk vergelijkbaar met de meeste andere landen.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Dijkstra (2005)	X	X	X	X	X	X
Schoon & Van Minnen (1993)	X	X		X	X	X

Tabel 4.13. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

De studies van Schoon & Van Minnen (1993) en Dijkstra (2005) voldoen beide aan vijf van de zes criteria. Op basis van deze studies wordt het effect van het aanleggen van een rotonde geschat op 75% voor doden en ziekenhuis gewonden.

4.16.5. Kosten

De kosten van vervanging van een kruispunt voor een enkelstrooks rotonde worden geschat op ongeveer 400.000 euro (DHV, 2000; Wesemann; 2000). Opgemerkt moet worden dat de kosten afhankelijk zijn van de grootte van de rotonde. De schatting van de provincie Zuid-Holland betreft een rotonde met een straal van 15 meter voor de binnencirkel en 21,5 meter voor de buitencirkel. Grontmij (2002) schat de kosten tussen 190.000 en 520.000 euro, afhankelijk van grootte en het aantal rijstroken. Voor dubbelstrooks rotondes lopen schattingen uiteen van 550.000 euro (DHV, 2000) tot 600.000 euro (Bevaart, 2001).

Deze schattingen liggen in dezelfde orde van grootte als bedragen die in buitenlandse literatuur worden genoemd. Delhaye (2002) gaat uit van 470.000 euro (enkelstrooks) en Elvik & Vaa (2004) noemen bedragen tussen 460.000 en 640.000 euro. Voor VVR-GIS gaan we uit van 400.000 euro voor enkelstrooks en 600.000 voor een dubbelstrooks rotonde. Bij de onderhoudskosten is de vraag wat het verschil is tussen de onderhoudskosten van een rotonde en die van een kruispunt. Delhaye (2002) gaat uit van een kostenbesparing van 1.200 euro per jaar. Voor de VVR-GIS veronderstellen we dat dit maatregelpakket geen extra onderhoudskosten tot gevolg heeft.

4.16.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er is een relatie met Kruispunten uitrusten met plateaus. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep. Rotondes zijn effectiever, maar ook

duurder. Plateaus kunnen worden toegepast als er onvoldoende budget voor een rotonde is.

4.17. **Kruispunten ombouwen tot rotondes buiten de bebouwde kom**

4.17.1. *Kruispuntcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op kruispunten tussen twee gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

4.17.2. *Beschrijving*⁸

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. De tweestrooksrotonde is minder veilig dan de enkelstrooksrotonde, maar veiliger dan andere kruispuntoplossingen. Gezien de hoge intensiteiten en de tweestrooks toe- en afritten komt de oversteekbaarheid in het gedrang.

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 trajectnelheid in ogenschouw worden genomen. Een rotonde kan doorgaans worden toegepast als de som van de aanvoerende stromen kleiner is dan 20.000 à 25.000 voor enkelstrooksrotondes en 22.000 à 40.000 voor tweestrooksrotondes.

Rotondes buiten de bebouwde kom dienen zo uniform mogelijk te worden uitgevoerd en duidelijk anders dan rotondes binnen de bebouwde kom. Het CROW beveelt aan om buiten de bebouwde kom fietsers uit de voorrang te laten en binnen de bebouwde kom in de voorrang. Hiermee wordt voorspelbaar en dus veiliger verkeersgedrag bevorderd.

4.17.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit weggebruikers op kruispunten op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar nog geen rotonde is aangelegd. Slachtoffers bij kruispuntongevallen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom, waar nog geen rotonde is aangelegd, vormen de slachtofferdoelgroep.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 107 doden en 1.116 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op kruispunten op wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (AVV/BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 407 doden en 2.934 ziekenhuisgewonden die er totaal vielen op deze wegen, is dit 26%, respectievelijk 38%. Voor alle ernstig letselslachtoffers is het aandeel 37%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

⁸ Deze beschrijving is gebaseerd op CROW (2002).

4.17.4. Verkeersveiligheidseffecten

Fortuijn (2005) heeft onderzoek gedaan naar de verkeersveiligheidseffecten van rotondes op provinciale wegen in Zuid-Holland. Hij vindt een effect van 80% reductie van letselslachtoffers op zowel enkelstrooks- als dubbelstrooksrotondes. Dit is echter een overschatting, onder andere omdat de gevaarlijkste kruispunten het eerst in aanmerking komen voor verkeersveiligheidsmaatregelen. Als daarvoor wordt gecorrigeerd, bedraagt de reductie van het aantal letselslachtoffers 70%.

Uit eerder SWOV-onderzoek (Schoon & Van Minnen, 1993) bleek dat met de aanleg van rotondes buiten de bebouwde kom een slachtofferreductie van gemiddeld 86% kan worden bereikt. De provincie Zuid-Holland vond een lager reductiepercentage. In het evaluatieonderzoek van de provincie Zuid-Holland (DHV, 2000) is gebleken dat voor het vervangen van een kruispunt met VRI door een rotonde een overall reductie van letselongevallen van 60% mag worden verwacht, buiten de bebouwde kom. In het geval van een voorrangskruispunt stijgt dit percentage naar 80%.

Ook in het buitenland is er redelijk veel onderzoek gedaan naar de effecten van rotondes op de verkeersveiligheid. Het merendeel van deze onderzoeken komt op reductiepercentages van (letsel)ongevallen variërend tussen de 50% en 80%. Het is echter zeer moeilijk om deze resultaten naar de Nederlandse situatie te vertalen. Een belangrijke oorzaak hiervan is het feit dat er in Nederland veel meer gefietst wordt dan in andere landen, daardoor zijn de verkeersstromen en de infrastructuur moeilijk vergelijkbaar met de meeste andere landen.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Fortuijn (2005)	X	X	X	X	X	X
DHV (2000)					X	X
Schoon & Van Minnen, 1993	X	X		X	X	X

Tabel 4.14. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

De studie van Fortuijn (2005) voldoet aan alle zes criteria. Het is onbekend waar de effectschatting in DHV (2000) op is gebaseerd. De studie van Schoon & Van Minnen (1993) voldoet aan vijf van de zes criteria, maar is gedateerd. Op basis van Fortuijn (2005) wordt het effect van het aanleggen van een rotonde buiten de bebouwde kom geschat op 70% voor doden en ziekenhuisgewonden.

4.17.5. Kosten

De kosten van vervanging van een kruispunt voor een enkelstrooks rotonde worden geschat op ongeveer 400.000 euro (DHV, 2000; Wesemann; 2000). Opgemerkt moet worden dat de kosten afhankelijk zijn van de grootte van de rotonde. De schatting van de provincie Zuid-Holland betreft een rotonde met een straal van 15 meter voor de binnencirkel en 21,5 meter voor de buitencirkel. Grontmij (2002) schat de kosten tussen 190.000 en 520.000 euro, afhankelijk van grootte en het aantal rijstrooks.

rotondes lopen schattingen uiteen van 550.000 euro (DHV, 2000) tot 600.000 euro (Bevaart, 2001).

Deze schattingen liggen in dezelfde orde van grootte als bedragen die in buitenlandse literatuur worden genoemd. Delhaye (2002) gaat uit van 470.000 euro (enkelstrooks) en Elvik & Vaa (2004) noemen bedragen tussen 460.000 en 640.000 euro. Voor VVR-GIS gaan we uit van 400.000 euro voor enkelstrooks en 600.000 voor een dubbelstrooks rotonde. Bij de onderhoudskosten is de vraag wat het verschil is tussen de onderhoudskosten van een rotonde en die van een kruispunt. Delhaye (2002) gaat uit van een kostenbesparing van 1.200 euro per jaar. Voor de VVR-GIS veronderstellen we dat dit maatregelpakket geen extra onderhoudskosten tot gevolg heeft.

4.17.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met Kruispunten uitrusten met plateaus. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep. Rotondes zijn effectiever, maar ook duurder. Plateaus kunnen worden toegepast als er onvoldoende budget voor een rotonde is.

4.18. **Kruispunten uitrusten met plateaus binnen de bebouwde kom**

4.18.1. *Kruispuntcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op kruispunten tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg, binnen de bebouwde kom.

4.18.2. *Beschrijving*

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 GOW's 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 hulpdienstvriendelijke maatregelen.

4.18.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom. De slachtofferdoelgroep wordt gevormd door alle slachtoffers bij ongevallen op kruispunten die nog niet uitgerust zijn met een plateau en geen rotonde zijn, op gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 124 doden en 2.583 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op kruispunten op wegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur (AVV/BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 261 doden en 4.600 ziekenhuisgewonden die er totaal vielen op deze

wegen, is dit 48%, respectievelijk 56%. Voor ernstige slachtoffers is het aandeel 56%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

4.18.4. Verkeersveiligheidseffecten

Schoon (2000) komt met een reductiepercentage van 20% ten gevolge van het aanleggen van een kruispuntplateau binnen de bebouwde kom. Deze schatting is afgeleid van de effectiviteit van plateaus op 60km/uur-wegen buiten de bebouwde kom van 35% volgens Schoon (2000). Uit een studie van Van der Dussen in de provincie Gelderland (Van der Dussen, 2002) is gebleken dat het aantal letselongevallen meer afneemt na het plaatsen van plateaus op kruispunten binnen de bebouwde kom, namelijk met 80%. Dit percentage is erg hoog en moet verlaagd worden om te compenseren voor 'regressie naar het gemiddelde'. Het is aannemelijk dat de reductie ook deels aan toeval is toe te schrijven; door maatregelen vooral toe te passen op wegvakken en kruispunten waar een hoog aantal ongevallen heeft plaatsgevonden, wordt het reductiepercentage overschat.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Van der Dussen (2002)	X				X	X

Tabel 4.15. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

De schatting van Van der Dussen (2002) is gebaseerd op erg kleine aantallen (tien locaties met vijftien letselongevallen in totaal in de voorperiode) en betreft provinciale wegen binnen de bebouwde kom. Daarom wordt de effectschatting gebaseerd op Schoon (2000). Op basis van deze studie wordt het reductiepercentage geschat op 20% voor binnen de bebouwde kom. Hierbij moet worden opgemerkt de effectschatting van Schoon (2000) betrekking heeft op plateaus waarbij het hele kruisingsvlak is verhoogd. We nemen echter aan dat deze effectschatting ook van toepassing is op het aanbrengen van een plateau vlak voor (en mogelijk ook vlak na) het kruispunt. Verder wordt aangenomen dat de effectschatting van toepassing is op doden en ziekenhuisgewonden.

4.18.5. Kosten

Schattingen van de aanlegkosten liggen tussen 12.500 en 17.500 euro per kruispunt (Grontmij, 2002; DHV, 2000; Wesemann, 2000). We gaan in de VVR-GIS uit van 15.000 euro per kruispunt. We veronderstellen dat er geen extra onderhoudskosten zijn.

4.18.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er is een relatie met Kruispunten ombouwen tot rotondes. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep. Rotondes zijn effectiever, maar ook duurder. Plateaus kunnen worden toegepast als er onvoldoende budget voor een rotonde is.

4.19. **Kruispunten uitrusten met plateaus buiten de bebouwde kom**

4.19.1. *Kruispuntcategorie*

Het maatregelpakket is toepasbaar op kruispunten tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg, buiten de bebouwde kom.

4.19.2. *Beschrijving*

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 GOW's, 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 hulpdienst-onvriendelijke maatregelen.

4.19.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit bestuurders van voertuigen op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. De slachtofferdoelgroep wordt gevormd door alle slachtoffers bij ongevallen op kruispunten die nog niet uitgerust zijn met een plateau en geen rotonde zijn, op gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom.

In 2002-2004 vielen er gemiddeld 107 doden en 1.116 ziekenhuisgewonden bij ongevallen op kruispunten op wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 80 km/uur (AVV/BRON, 1997-2005). Ten opzichte van de 407 doden en 2.934 ziekenhuisgewonden die er totaal vielen op deze wegen, is dit 26%, respectievelijk 38%. Voor ernstige slachtoffers is het aandeel 37%. Dit zijn overigens niet allemaal gebiedsontsluitingswegen, maar grotendeels wel.

4.19.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Fortuijn et al. (2005) schatten de reductie van kruispuntplateaus op provinciale wegen buiten de bebouwde kom op basis van hun studie op 30% voor het aantal slachtofferongevallen. Dit is gebaseerd op een voor- en nastudie van 40 kruispunten met VRI-verkeerslichten en 29 voorrangskruispunten. Overigens ging het hier om plateaus vlak voor het kruispunt. Schoon (2000) komt met een reductiepercentage van 35% buiten de bebouwde kom. De provincie Zuid-Holland (DHV, 2000) stelt de reductie van letselongevallen van een kruispuntplateau buiten de bebouwde kom op 25%.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Fortuijn et al. (2005)	X	X			X	X
DHV (2000)					X	X

Tabel 4.16. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Het is onbekend waar de effectschatting in DHV (2000) op is gebaseerd. De studie van Fortuijn et al. (2005) voldoet aan vier van de zes criteria. Op basis van deze studie wordt het reductiepercentage geschat op 30% voor buiten de bebouwde kom. Aangenomen wordt dat dit percentage gelijk is voor doden en ziekenhuisgewonden.

4.19.5. Kosten

Schattingen van de aanlegkosten liggen tussen 12.500 en 17.500 euro per kruispunt (Grontmij, 2002; DHV, 2000; Wesemann, 2000). We gaan in de VVR-GIS uit van 15.000 euro per kruispunt. We veronderstellen dat er geen extra onderhoudskosten zijn.

4.19.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Er is een relatie met Kruispunten ombouwen tot rotondes. Beide maatregelpakketten hebben dezelfde doelgroep. Rotondes zijn effectiever, maar ook duurder. Plateaus kunnen worden toegepast als er onvoldoende budget voor een rotonde is.

4.20. Kruispunten inrichten als uitritconstructie

4.20.1. Kruispuntcategorie

Het maatregelpakket is toepasbaar op kruispunten tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg, binnen of buiten de bebouwde kom.

4.20.2. Beschrijving

Kruispunten vormen in een verkeersnetwerk de schakels tussen verschillende wegen. Deze maatregel gaat over de schakel tussen erftoegangswegen (ETW's) met een lage doorstroming en gebiedsontsluitingswegen met hogere doorstroming.

Er zijn locaties met intensiteiten die zo laag zijn dat een rotonde niet kosteneffectief is. Bij dergelijk lage intensiteiten verdient het regelen van het kruispunt door middel van voorrangregelingen of een uitritconstructie de voorkeur boven een rotonde. Bij toenemende intensiteiten is de volgende volgorde te verwachten: ongeregeld kruispunt of uitritconstructie, een rotonde, een geregeld kruispunt, et cetera.

4.20.3. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit weggebruikers op kruispunten tussen een gebiedsontsluitingsweg en een erftoegangsweg binnen of buiten de

bebouwde kom, waar geen uitritconstructie of voorrangregeling aanwezig is.

Slachtoffers bij kruispuntongevallen op kruispunten tussen gebieds-ontsluitingswegen en erftoegangswegen, waar nog geen voorrangregels of uitritconstructie aanwezig is, vormen de slachtofferdoelgroep.

Uit de ongevallenregistratie blijkt dat in de periode 2004 - 2006 per jaar gemiddeld 101 doden en 2.111 ziekenhuisgewonden vielen bij ongevallen op kruispunten op wegen binnen de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur. Dit is respectievelijk 51% en 58% van alle verkeersdoden en ziekenhuisgewonden die er totaal op deze wegen vielen. Buiten de bebouwde kom vielen er in deze periode gemiddeld 82 doden en 733 ziekenhuisgewonden per jaar bij ongevallen op kruispunten op wegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur. Dit is 31% respectievelijk 38% van alle doden en ziekenhuisgewonden die er totaal op deze wegen vielen.

4.20.4. Penetratiegraad

De penetratiegraad van deze maatregel is niet bekend. Uit onderzoek van Doumen & Weijermars (2009) blijkt wel dat 60% van de kruispunten binnen de bebouwde kom en minder dan 10% van de kruispunten buiten de bebouwde kom vaak tot altijd een uitritconstructie heeft.

4.20.5. Verkeersveiligheidseffecten

Volgens Van Minnen & Catshoek (1997) resulteert het aanleggen van een uitritconstructie op een kruispunt dat daarvoor ongeregeld was, in een slachtofferreductie ('casualties') van 22% en een reductie van ongevallen ('collisions') van 9%. Als het kruispunt eerder wel was geregeld, nam het aantal slachtoffers toe met 80%. Dit wordt toegeschreven aan een verandering in uniformiteit. Het totale aantal ongevallen verminderde met 16%. De uniformiteit van de geselecteerde locaties in de studie van Van Minnen & Catshoek (1997) heeft kritiek opgeleverd, resulterend in de conclusie dat de belangrijkste factor de interpretatie van de weggebruiker is (Hummel 1998; Hummel et al., 1999; Hendriks, 2007). Daarom wordt de voorkeur gegeven aan een uniforme toepassing van uitritconstructies, aangezien er het bijkomende voordeel van snelheidsreductie is, hetgeen consistent is met de principes van Duurzaam Veilig.

	Voor / nastudie	Controle-groep	Statische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Van Minnen & Catshoek (1997)	X		X	X	X	X

Tabel 4.17. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

Het effect van uitritconstructies wordt geschat op 22% voor dodelijke slachtoffers en ziekenhuisgewonden op basis van Van Minnen & Catshoek (1997), in de situatie waarbij de voorrang niet geregeld was in de voorsituatie. Als de voorrang wel was geregeld in de voorsituatie is het beter geen uitritconstructie aan te leggen.

4.20.6. *Kosten*

Uit kostenopgaven van enkele gemeenten blijkt dat de kosten circa 15.000 euro per uitritconstructie bedragen.

4.20.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Dit maatregelpakket kan niet worden aangelegd in combinatie met rotondes, plateaus of ongelijkvloerse kruisingen. Het maatregelpakket kan wel worden aangelegd in combinatie met Zone 60, maar in deze situatie wordt het effect minder groot.

5. Gedragsmaatregelpakketten

5.1. Intensivering handhaving snelheid

5.1.1. Wegcategorie

Dit maatregelpakket kan worden toegepast op niet-autosnelwegen binnen en buiten de bebouwde kom.

5.1.2. Beschrijving

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 (zie bijvoorbeeld Aarts & Van Schagen, 2006). Op de meeste typen wegen in Nederland overtreedt 20% tot 40% van de verkeersdeelnemers de snelheidslimiet (Van Schagen et al., 2004). Veel Duurzaam Veilig-maatregelen (zoals 30 kilometerzones, 60 kilometerzones 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 en daarbij met name op gebiedsontsluitingswegen (wegen met een 50- en 80km/uur-limiet) en stroomwegen (wegen met een 100km/uur-limiet of hoger). 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 vaker op wegen wordt toegepast met hogere intensiteiten. Het aantal ongevallen op deze wegen is hoger, maar vanwege de grote verkeersintensiteit gaat het hier meestal niet om wegen met een extra hoog risico (risico gedefinieerd als ongevallen per voertuigkilometer). Het aantal locaties waarop gehandhaafd wordt met flitspalen, wordt geschat op 1.700. Dit aantal wordt de komende jaren naar 1.400 afgebouwd. Tegelijkertijd worden er op enkele honderden controles mobiele snelheidscontroles gehouden.

Voor vergroting van de subjectieve pakkans is het belangrijk dat controles met de nodige publiciteit samengaan, dat zij met enige regelmaat worden gehouden en dat zij onvoorspelbaar, goed zichtbaar en moeilijk te omzeilen zijn. Dit verhoogt de effectiviteit van het politietoezicht.

Er bestaan vier hoofdmethoden van snelheidstoezicht in Nederland:

- geautomatiseerde snelheidscontroles op vaste plaatsen met camera's in flitspalen, klike's of andere vaststaande objecten;
- snelheidscontroles op wisselende locaties met radarauto's, laserguns of camera's in klike's - al dan niet in combinatie met staandhoudingen;
- rijdende surveillances en staandhoudingen van snelheidsovertreders;

- snelheidscontroles waarbij de gemiddelde snelheid van alle passerende voertuigen over een bepaalde weglengte (traject) wordt bepaald (zogenoemde trajectcontroles).

Rijdende surveillances en trajectcontroles blijven hier buiten beschouwing. In de vakliteratuur wordt namelijk geconstateerd dat rijdende surveillance met staandhouding de minst effectieve methode is als het erom gaat een grote preventieve invloed uit te oefenen op het snelheidsgedrag van grote aantallen automobilisten. Er kunnen met deze methode eenvoudigweg te weinig overtreders daadwerkelijk worden gepakt. Wel is deze methode geschikt om specifieke grove overtreders te pakken. Trajectcontrole is een betrekkelijk nieuwe en effectieve methode, die tot nu toe alleen op autosnelwegen wordt toegepast.

Het maatregelpakket dat we hier bespreken, betreft alleen snelheidscontrole met vaste en mobiele snelheidscamera's op niet-autosnelwegen binnen en buiten de bebouwde kom. In de VVR-GIS zijn dit vier afzonderlijke maatregelen, omdat bekend is dat effecten verschillen binnen en buiten bebouwde kom en afhankelijk zijn van het type controle (vast/mobiel). De gebruiker van VVR-GIS kan in het model zelf aangeven op welke wegvakken intensiever wordt gehandhaafd.

5.1.3. *Doelgroep*

De doelgroep van het maatregelpakket bestaat uit snelverkeer (met name personenauto's vanwege hun grote aantallen in het verkeer) maar zeker ook in combinatie met grote massa's (vrachtverkeer). Ook kwetsbare verkeersdeelnemers in combinatie met eigen relatief hoge snelheden (gemotoriseerde tweewielers) vormen een belangrijke doelgroep.

Slachtoffers van ongevallen waarbij snelverkeer is betrokken vormen de slachtofferdoelgroep. Slachtoffers kunnen zowel worden bespaard bij inzittenden van gemotoriseerde voertuigen als bij kwetsbare verkeersdeelnemers (zoals fietsers en voetgangers). Bij welke wijze van verkeersdeelnemers slachtoffers bespaard kunnen worden, hangt af van het type weg in combinatie met de menging van verkeerssoorten en de daarbij passende snelheid. In principe kan het alle typen ongevallen betreffen.

5.1.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Effecten van handhaving zijn afhankelijk van de gebruikte methode en wegtype onderscheiden naar binnen of buiten de bebouwde kom. Vergelijkende evaluaties zijn voornamelijk afkomstig uit het Verenigd Koninkrijk waar vaste flitspalen duidelijk zichtbaar staan opgesteld, in tegenstelling tot wat vaak in Nederland gebeurt. Uit dergelijk onderzoek blijkt dat flitspalen tot grotere snelheids- en ongevallenreducties leiden dan mobiele controles (Gains et al., 2004; 2005). Beide methoden hebben tevens een grotere effectiviteit binnen dan buiten de bebouwde kom. Evaluaties van het verkeersveiligheidseffect van vaste snelheidscamera's (flitspalen) in Nederland leverden gemengde resultaten op: Oei & Polak (1992) gaven overwegend positieve effecten te zien, terwijl Mathijssen & De Craen (2004) concludeerden dat de resultaten sterk verschillen per regio. Overigens was dit laatste onderzoek niet specifiek opgezet om flitspalen te evalueren. Er is in dit onderzoek wel gevonden dat snelheidscontroles de

snelheid op specifieke wegen verlagen. Dit blijkt zich echter niet in elke regio te vertalen in een veiligheidswinst. In het betreffende onderzoek werd ook gevonden dat politieregio's die voornamelijk gebruik maakten van vaste flitspalen, minder succesvol waren in het terugdringen van verkeers- onveiligheid dan politieregio's die meer wisselende methoden van snelheidstoezicht inzetten (dus bijvoorbeeld naast vaste flitspalen ook radarauto's). Hoe dit komt, zou nader moeten worden onderzocht.

Er zijn in Nederland wel duidelijk positieve resultaten gevonden voor de effecten van handhaving door middel van radarauto's (zonder staande- houdingen) op snelheid en verkeersveiligheid. De resultaten van dit onderzoek zijn vergelijkbaar met de in Groot-Brittannië gevonden resultaten: minder overtreders en verbeterde verkeersveiligheid in ongevallen waarbij snelverkeer is betrokken op wegen waar extra wordt gecontroleerd (Goldenbeld et al., 2004).

In onderstaande tabel staat de gemiddelde snelheidsreductie vermeld van handhaving met vaste en mobiele snelheidscamera's op niet-autosnelwegen binnen en buiten de bebouwde kom zoals die in verschillende internationale studies zijn vastgesteld (Elvik, 1997; Gains et al. 2005; Goldenbeld & Van Schagen, 2005; Keall et al., 2002). Het gaat hier om de effecten bij substantiële intensivering of verbetering in de methode van handhaving. De cijfers die betrekking hebben op snelheid binnen de bebouwde kom, zijn gebaseerd op de situatie in het Verenigd Koninkrijk. De overige cijfers zijn gebaseerd op studies uit verschillende landen (Nederland, Nieuw-Zeeland en het Verenigd Koninkrijk). Deze lagen echter zeer dicht bij elkaar.

Reductie snelheid	Binnen de bebouwde kom	Buiten de bebouwde kom
Vaste snelheidscamera	18%	10%
Mobiele snelheidscamera	10%	<5%

Tabel 5.1. *Gemiddelde snelheidsreductie van handhaving op niet-autosnelwegen.*

Uit met name Brits onderzoek zijn reductiepercentages van letselongevallen bekend bij deze verschillende methoden van toezicht binnen en buiten de bebouwde kom. We weten echter ook dat de wijze waarop deze methoden daar worden toegepast afwijkt van die in Nederland, met name de inzet van flitspalen. Zo hebben de flitspalen in het Verenigd Koninkrijk een opvallende kleur en worden zij vaak vooraf gegaan door voorwaarschuwingborden. Ook gelden er specifieke criteria voor de keuze van locaties. En ten slotte moet opgemerkt worden dat in het Verenigd Koninkrijk een puntensysteem geldt.

Voor de VVR-GIS baseren we de effectschattingen op algemene snelheid- ongevallenformules van Nilsson (2004) en Elvik et al. (2004). Bij de huidige stand van (wetenschappelijke) kennis geven deze formules de best mogelijke schatting (Aarts & Van Schagen, 2004). Uit een evaluatie van Elvik (2004) blijkt verder dat de formules goed toepasbaar zijn op verschillende wegcategorieën. Bovendien hebben de formules als voordeel dat relatief gemakkelijk bespaarde ongevallen berekend kunnen worden. *Bijlage 1* geeft de gebruikte formules. Als we op basis van de bovenstaande

snelheidsreducties de reductie in (letsel)ongevallen met deze formules berekenen, komen we wat conservatiever uit dan de reductie in letselslachtoffers volgens de Britse studies. Onderstaande tabel geeft de berekende reductiepercentages voor ernstige letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden (gemiddelden en bandbreedten).⁹

	Vaste snelheidscamera		Mobiele snelheidscamera	
	Bibeko	Bubeko	Bibeko	Bubeko
Ernstigletselongevallen	34% (20%-48%)	20% (11%-29%)	20% (11%-29%)	4% (2%-6%)
Doden	59% (56%-62%)	38% (35%-40%)	38% (35%-40%)	9% (8%-9%)
Ziekenhuisgewonden	44% (35%-53%)	27% (21%-33%)	27% (21%-33%)	6% (4%-7%)

Tabel 5.2. *Reductie van ernstige letselongevallen, doden en ziekenhuisgewonden ten gevolge van snelheidshandhaving (gemiddelden en bandbreedten).*

Omdat het in de VVR-GIS (nog) niet mogelijk is om met bandbreedten te rekenen, rekent de VVR-GIS met het gemiddelde reductiepercentage. Dit reductiepercentage wordt in VVR-GIS toegepast op het wegvak waarop een camera wordt geplaatst. Het is hierbij wel goed om te bedenken dat snelheidshandhaving ook een uitstralingseffect heeft (afstandshalo). De evaluaties hierover lopen zeer uiteen. De minimale afstandshalo die we veilig kunnen aanhouden, is 500 m (Goldenbeld, 1993), hoewel er ook wel eens veel grotere waarden worden gevonden (van meer dan 10 km).¹⁰

De effectiviteit zal overigens niet alleen van de handhavingsinzet afhangen maar ook van externe factoren (zie volgende paragraaf) en voorsituatie in overtredingspercentages en verkeersonveiligheid. Ook de mate van voorlichting en hoogte van boetes en dergelijke, kan de afschrikwekkende werking van politietoezicht beïnvloeden, en daarmee de reductie in snelheid en ongevallen.

5.1.5. *Kosten*

De kosten van vaste camera's baseren we op een prijsopgave van een leverancier van camera's (Gatsometer B.V.). Het blijkt dat de aanschaf- en montagekosten van vaste camera's ongeveer 43.000 euro bedragen. Dit betreft de kosten van de camera, paal en keuring bij plaatsing. Kosten van aansluiting op het elektriciteits- en KPN-netwerk hangen sterk af van de locatie van de camera en kunnen oplopen van 2.000 tot 40.000 euro per paal. We gaan hier uit van 10.000 euro per camera. Daarnaast zijn er kosten van ongeveer 65.000 euro voor een 'backoffice' systeem, dat dient voor zaken als het bedienen van de camera op afstand, downloaden van foto's en het uitdraaien van statistieken. We gaan ervan uit dat een backoffice systeem al aanwezig is, zodat het plaatsen van extra camera's niet leidt tot extra kosten daarvoor. Voor onderhoudskosten gaan we uit van 150 euro

⁹ Voor het effect van mobiele snelheidscamera's bibeko is met een snelheidsreductie van 2% gerekend.

¹⁰ In VVR-GIS is het mogelijk om wegvakken van 100 meter te selecteren. Voor deze maatregel moet de gebruiker, naast het wegvak waarop de maatregel wordt toegepast, ook vier aangrenzende wegvakken (van 100 meter) selecteren en daarbij de kosten van de maatregel op die wegvakken op nul stellen. De reductie van slachtoffers wordt dan op vijf wegvakken van 100 meter berekend en de afstandshalo is dan 500 meter.

per camera per jaar. Opgemerkt moet worden dat in de komende jaren steeds meer analoge camera's zullen worden vervangen door digitale camera's. De kosten hiervan zijn niet bekend.

We veronderstellen dat voor mobiele controles geen extra camera's aangeschaft hoeven te worden, aangezien het gaat om intensivering van de handhaving. De kosten van het intensievere gebruik zijn lastig te bepalen en laten we hier buiten beschouwing. De kosten van mobiele controles bestaan dan volledig uit personeelskosten. Voor de kosten per jaar gaan we uit van 50.000 euro voor directe personeelskosten en 50.000 euro voor indirecte kosten, zoals kosten voor huisvesting, voertuigen en ondersteunend en leidinggevend personeel. Uitgaande van 1.080 uren per mensjaar bedragen de kosten per uur ruim 90 euro (Wesemann, 2003). De gebruiker van VVR-GIS kan dit bedrag zelf vermenigvuldigen met het aantal uren dat wordt gecontroleerd per wegvak. Daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat de inzet zodanig is dat er gedurende een heel jaar een effect is.

5.1.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Uit Nederlands onderzoek blijkt dat de effectiviteit van zelfde niveaus en type toezicht toch behoorlijk kan verschillen voor verschillende wegen (binnen hetzelfde wegtype). Zo bleek in een studie op Friese wegen buiten de bebouwde kom het overtredingspercentage op de ene weg helemaal niet te dalen, terwijl op andere wegen een reductie van 20% werd bereikt. In beide gevallen was er ongeveer eenzelfde hoeveelheid toezicht en ook eenzelfde aanvangspercentage overtredingen (Goldenbeld et al., 2004). Dit kan enerzijds liggen aan verschillende soorten verkeer op die wegen of aan verschillen in de opvallendheid van controles. Anderzijds is het op sommige wegen ook 'moeilijker' zich aan de snelheidslimiet te houden en dat lijkt samen te hangen met hoe de weg eruit ziet (Van Schagen et al., 2004). Naast handhaving is een goed bij de snelheidslimiet passend wegontwerp dus belangrijk om hoge snelheden te beperken. Verder kunnen ook (algemene) educatie en (specifieke) voorlichting invloed hebben op snelheidsgedrag en daarmee op de effecten die met handhaving kunnen worden bereikt. Hoe groot deze overlap kwantitatief is, is onbekend.

5.2. **Intensivering handhaving rood licht**

5.2.1. *Kruispuntcategorie*

Dit maatregelpakket kan toegepast worden op kruispunten.

5.2.2. *Beschrijving*

Intensivering van handhaving op roodlichtnegatie kan het aantal ongevallen ten gevolge van roodlichtnegatie reduceren. Het maatregelpakket betreft het bijplaatsen van camera's. De gebruiker van VVR-GIS kan zelf aangeven op welke kruispunten camera's worden bijgeplaatst.

5.2.3. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit bestuurders van personen-, bestel- en vrachtauto's. Slachtoffers van ongevallen die het gevolg zijn van roodlichtnegatie, vormen de slachtofferdoelgroep.

Het aandeel slachtoffers ten gevolge van roodlichtnegatie is 4,2% van het aantal doden en 3,3% van het aantal ziekenhuisgewonden (gemiddeld over 2002-2004). Niet al deze slachtoffers vielen op kruispunten. Op kruispunten met verkeersregelinstallaties (VRI's), waarop deze maatregel zich richt, viel in 2005 4% van het totaal aantal doden en ruim 5% van het totaal aantal ziekenhuisgewonden. Het hoeft daarbij niet te gaan om ongevallen ten gevolge van roodlichtnegatie.

5.2.4. Penetratiegraad

Er zijn in heel Nederland circa 5.500 kruispunten met verkeerslichtinstallaties. Een voorzichtige schatting is dat op 1.000 daarvan, dat wil zeggen ongeveer 18%, momenteel camera's staan (SWOV, 2009b).

5.2.5. Verkeersveiligheidseffecten

Er zijn diverse recente buitenlandse studies naar het effect van roodlicht-camera's. Aeron-Thomas & Hess (2005) komen op basis van een gepoolde schatting van drie studies, die deels controleren voor regressie naar het gemiddelde, op een reductie van 29% voor letselongevallen. Dit komt overeen met de resultaten van een meta-analyse van Retting et al. (2003), die concludeerden dat roodlichtcamera's leiden tot 25-30% reductie van letselongevallen. Elvik & Vaa (2004) geven een schatting van een daling van 31% in het aantal flank-letselongevallen. Het aantal kop-staart-letselongevallen kan wel toenemen (Council et al., 2005; Schoon, 2000). Verder blijkt overigens dat op kruispunten waar roodlichtcamera's zijn geplaatst, het aantal bestuurders tot 1% daalt (bron: BVOM).

De enige Nederlandse studie betreft een evaluatiestudie in de stad Amersfoort (Dobbenberg, 2006; Via Verkeersadvies, 2005). Deze studie liet een afname van 20% van het aantal letselongevallen zien als gevolg van roodlichtcamera's. Dit is vergelijkbaar met de effectschattingen die in de buitenlandse literatuur worden gevonden. Voor de VVR-GIS gaan we uit van een reductiepercentage van 20% voor doden en ziekenhuisgewonden in de doelgroep.

	Voor-/nastudie	Controle-groep	Statistische toetsen	Voldoende aantallen	Relevantie	Nederlands onderzoek
Dobbenberg (2006), Via Verkeersadvies (2005)	X	X		X	X	X

Tabel 5.3. Scores van studies op criteria voor kwaliteit en relevantie.

5.2.6. Kosten

Uit een prijsopgave van een leverancier van roodlichtcamera's (Gatsometer B.V.) blijkt dat de aanschaf- en montagekosten ongeveer 43.000 euro bedragen. Dit betreft de kosten van de camera, paal en keuring bij plaatsing. Kosten van aansluiting op het elektriciteits- en KPN-netwerk hangen sterk af van de locatie van de camera en kunnen oplopen van 2.000 tot 40.000 euro per paal. Indien meerdere camera's op een kruispunt worden geplaatst, zijn de kosten per camera lager. We gaan hier uit van 5.000 euro per camera.

Uitgaande van gemiddeld vier camera's per kruispunt bedragen de implementatiekosten per kruispunt 192.000 euro. Daarnaast zijn er kosten van ongeveer 65.000 euro voor een 'backoffice' systeem, dat dient voor zaken als het bedienen van de camera op afstand, downloaden van foto's en het uitdraaien van statistieken. We gaan ervan uit dat een backoffice systeem al aanwezig is, zodat het plaatsen van extra camera's niet leidt tot extra kosten daarvoor.

Voor onderhoudskosten gaan we uit van 150 euro per camera per jaar, ofwel 600 euro per kruispunt per jaar.

5.2.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

De kosteneffectiviteit kan worden vergroot door combinatie met snelheidscamera's.

5.3. **Intensivering handhaving alcohol**

5.3.1. *Beschrijving*

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: over het algemeen wordt aangenomen dat een verdubbeling van het aantal aselechte 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, 2001) 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 04.00 en 08.00 uur en bij sportkantines) en controles bij ongewoon of opvallend rijgedrag. Wanneer deze duidelijk zichtbaar worden uitgevoerd op specifieke plaatsen waar alcohol wordt genuttigd, kan hier ook een afschrikwekkende werking vanuit gaan (ETSC, 1999).

Op dit moment vinden er jaarlijks ongeveer 1,6 miljoen testen plaats in Nederland, waarvan ongeveer 1,2 miljoen aselechte testen zijn en de overige selecte. De maatregeldefinitie is als volgt: van de 1,2 miljoen aselechte testen die nu al jaarlijks worden uitgevoerd, worden 400.000 select uitgevoerd. Het

totaal aantal aselechte testen komt daarmee op 800.000 en de overige 800.000 testen zijn select. Deze worden uitgevoerd op specifieke tijden (bijvoorbeeld zondag tussen 04.00 en 08.00) en locaties (bijvoorbeeld sportkantines).

5.3.2. *Doelgroep*

Het maatregelpakket richt zich op automobilisten die aan het verkeer deelnemen met een BAG van meer dan 0,5 ‰ of 0,2‰ (beginnende bestuurders). In de weekendnachten van 2004 bedroeg het aandeel overtreders 3,4% van het totale aantal geteste automobilisten (DVS, 2008). Gemiddeld over alle dagen tijdstippen betekent dat iets minder dan 1%.

Slachtoffers die zijn toe te schrijven aan rijden onder invloed van alcohol, vormen de slachtofferdoelgroep. Uit een onderzoek in Tilburg en omstreken bleek dat het gaat om ongeveer 25 tot 30 procent van het aantal verkeersdoden (Mathijssen & Houwing, 2005). Voor ziekenhuisgewonden wordt dit geschat op 20 tot 25 procent. Intensivering van aselechte toezicht heeft vooral effect op het aantal lichte overtreders. Het besteden van een klein deel van de handhavingsinspanning aan select toezicht heeft ook effect op de zware overtreders. Uit hetzelfde onderzoek in Tilburg en omstreken bleek dat 75 tot 80 procent van alle ernstig gewonde automobilisten die alcohol in hun bloed hadden, een promillage had van meer dan 1,3 (Mathijssen & Houwing, 2005).

5.3.3. *Verkeersveiligheidseffecten*

De verwachting is dat met de verdubbeling van het aantal selecte testen het aantal zware overtreders met 20% kan worden teruggebracht. Hierbij gaan we ervan uit dat de effectiviteit van andere maatregelen tegen rijden onder invloed en sancties zal toenemen. Ervan uitgaande dat ongeveer 80% van de slachtoffers binnen de doelgroep toe te rekenen is aan zware drinkers, komen we op een effectschatting van 4% ($25\% \cdot 80\% \cdot 20\%$) voor doden en 3% ($20\% \cdot 80\% \cdot 20\%$) voor ziekenhuisgewonden.

5.3.4. *Kosten*

We gaan ervan uit dat dit maatregelpakket geen extra kosten met zich meebrengt, omdat het aantal testen niet verandert. De kosten per uur zijn hoger, omdat er bij selecte controles meer overtreders worden gepakt. We gaan er echter van uit dat selecte controles korter duren en dat daarom de totale kosten gelijk blijven.

5.3.5. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er zijn geen relaties met andere maatregelpakketten in dit rapport.

5.4. **Intensivering handhaving gordelgebruik**

5.4.1. *Beschrijving*

In 2007 droeg 92% van de bestuurders de autogordel. Gezien de hogere draagpercentages die in enkele andere Europese landen voorkomen of voorkwamen, zoals Duitsland en Verenigd Koninkrijk, lijkt hier nog enige

winst te boeken. Op de achterbank was het draagpercentage in 2007 65%. Daar valt dus nog meer winst te halen, hoewel handhaving lastiger is. Met name van de gordelverklipper ('seat belt reminder' in het Engels), 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 gordel dragen 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, 2005a). 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 maatregel betreft een verhoging van aantal uren dat wordt ingezet voor handhaving van gordelgebruik met 25%. In 2007 werden ongeveer 83.000 uren per jaar besteed aan handhaving van gordelgebruik. Het gaat dus om een toename van ruim 20.000 uren. We gaan ervan vanuit dat naast handhaving ook voorlichting zal plaatsvinden.

5.4.2. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit inzittenden van personenauto's. Slachtoffers onder inzittenden van personenauto's vormen de slachtofferdoelgroep.

Het aandeel van bestuurders van personenauto's in het totaal aantal slachtoffers bedraagt gemiddeld over 2002-2004 34% (doden) respectievelijk 14% (ziekenhuisgewonden). Voor passagiers van personenauto's gaat het om 30% (doden) en 13% (ziekenhuisgewonden). Onderstaande tabel geeft het aantal slachtoffers naar positie in het voertuig voor 2002-2004 (gemiddelde) en 2005. Het aantal slachtoffers onder passagiers voorin en achterin is berekend op basis van bezettingsgraden van auto's en het verschil in effectiviteit van gordels voorin en achterin.

		2002-2004	2005
Doden	Bestuurder	320	250
	Passagier voorin	96	63
	Passagier achterin	36	24
Ziekenhuisgewonden	Bestuurder	3.060	2.712
	Passagier voorin	902	727
	Passagier achterin	403	324

Tabel 5.4. *Aantal slachtoffers naar positie in het voertuig voor 2002-2004 (gemiddelde) en 2005 (bron: BRON).*

5.4.3. *Verkeersveiligheidseffecten*

De effectiviteit van gordels om dodelijke ongevallen te voorkomen is groter dan de effectiviteit om ernstige letselgevallen te voorkomen (Evans, 1996). Het dragen van een autogordel voorin kan de kans op dodelijk en ernstig letsel voorkomen met 40% respectievelijk 25% (SWOV, 2010b). We veronderstellen dat de intensivering van handhaving met 25%, in combinatie met voorlichting, zal leiden tot een toename van een draagpercentage met 1,25% voorin. Dit is een (grove) indicatie op basis van ontwikkelingen in de periode 2001-2005. In die periode is de handhavingsinspanning verdubbeld, terwijl het draagpercentage voorin naar schatting met 5% is gestegen (voor bestuurders naar 92%). Voor de berekening van het effect op het totaal aantal slachtoffers is gebruik gemaakt van het rekenprogramma zoals beschreven in Schoon (1994). Uitgaande van de doelgroep in 2005 (bestuurders en passagiers voorin) zal een verhoging van het draagpercentage met 1,25% naar schatting gemiddeld 2,5 doden per jaar besparen (0,3% van het totaal aantal doden) en 14 ziekenhuisgewonden (0,1% van het totaal). We gaan ervan uit dat het effect van handhaving op het draagpercentage achterin gering is, gezien de geringe pakkans. Een effect op het draagpercentage achterin kan vooral worden verwacht van voorlichting en de gordelverklikker.

5.4.4. *Kosten*

Voor de kosten per jaar gaan we uit van 50.000 euro voor directe personeelskosten en 50.000 euro voor indirecte kosten, zoals kosten voor huisvesting, voertuigen en ondersteunend en leidinggevend personeel. Uitgaande van 1.080 uren per mensjaar bedragen de kosten per uur ruim 90 euro (Wesemann, 2003). De kosten van een extra personeelsinzet van 20.000 uur bedragen dan ongeveer 1,8 miljoen euro.

5.4.5. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met EuroNCAP, omdat de aanwezigheid van gordelverklikkers bij EuroNCAP extra punten oplevert. Hierdoor monteren steeds meer fabrikanten ze standaard in hun auto's, ook voor de bijrijderstoel en vervolgens voor alle inzittenden.

5.5. Helmdragen door bromfietzers

5.5.1. Beschrijving

Een helm is bedoeld om bij een ongeval de letselernst 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 in 1975 voor bromfietzers ingevoerd. 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 (ca. 12%) of te veel speling in de kinband (ca. 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 bromfietshelmdracht nog tussen 2001 en 2003, vanaf 2003 is de inzet redelijk constant. Uit een door TNS NIPO uitgevoerde evaluatieonderzoek in het kader van de bromfietshelmcampagne onder jongeren in de leeftijds-categorie 16 tot en met 21 jaar, bleek dat het dragen van een helm soms als 'niet cool' of 'hinderlijk' wordt ervaren. Maar ook bleek dat ongeveer twee derde van de bromfietzers het rijden met een losse kinband een groot risico vindt (Team Alert, 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 een verdubbeling van de handhavingsinspanning (van 35.000 in 2004 en 2005 naar 70.000 uren) daarvoor nodig is.

5.5.2. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit alle berijders van een bromfiets (bestuurders en passagiers). De doelgroep onder de slachtoffers zijn bromfietzers (zowel bestuurders als passagiers). Het gaat om 6,0% van de doden en 14,7% van de ziekenhuisgewonden ten opzichte van alle doden respectievelijk ziekenhuisgewonden (gemiddeld over 2002-2004).

5.5.3. Penetratiegraad

In onderstaand overzicht staan de resultaten van metingen naar helmgebruik (bron: BVOM).

Voor *bestuurders* in 2004:

- 7% draagt geen helm;
- 37% heeft de kinband los of te los;
- Totaal: 44% van de bestuurders onjuist helmgebruik.

Voor *passagiers* in 2004:

- 15% draagt geen helm;

- 37% heeft de kinband los of te los (wegens ontbreken cijfers is hetzelfde percentage aangenomen als bij bestuurders);
- Totaal: 52% van de passagiers onjuist helmgebruik.

Voor bestuurders en passagiers (als gewogen gemiddelde):

- 8% draagt geen helm;
- 37% heeft de kinband los of te los;
- **Totaal: bij 45% van de berijders van een bromfiets is sprake van onjuist helmgebruik.**

NB. De weging is gebaseerd op helmmetingen waaruit blijkt dat circa 10% van de bromfietzers een passagier heeft.

5.5.4. Verkeersveiligheidseffect

Als een helm correct wordt gedragen, is het effect voor besparing op doden 40% en voor ziekenhuisgewonden 30% (Huijbers & Van Kampen, 1985). Het effect is minder als de helm niet correct wordt gedragen zoals een losse kinband of te veel speling in de kinband. In het verleden is de SWOV ervan uitgegaan dat een effect van 25% kan worden bereikt als de kinband correct wordt gebruikt.

Om bij de berekening geen verschil te hoeven te maken tussen niet-dragen en slecht dragen, hebben we van beide effectpercentages (resp. 40% en 25%) het gewogen gemiddelde bepaald op basis van de verhouding tussen het niet- en slecht dragen van de helm (cijfers op basis van de metingen). Dit gewogen effectgemiddelde komt uit op 28% voor doden en 26% voor ziekenhuisgewonden. Het effect op het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden is dan respectievelijk 1,7% en 3,8%.

5.5.5. Kosten

Voor de kosten per jaar gaan we uit van 50.000 euro voor directe personeelskosten en 50.000 euro voor indirecte kosten, zoals kosten voor huisvesting, voertuigen en ondersteunend en leidinggevend personeel. Uitgaande van 1.080 uren per mensjaar bedragen de kosten per uur ruim 90 euro (Wesemann, 2003). De kosten van extra personeelsinzet van 35.000 uur bedragen dan ongeveer 3,2 miljoen euro.

5.5.6. Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten

Door de kentekening van brom- en snorfietsen die sinds 2006 verplicht is, wordt de handhaving eenvoudiger. Bromfietzers die geen helm dragen, konden zich eerder 'verschuilen' tussen snorfietsen op het fietspad (men verwisselde hierbij soms het gele plaatje van een bromfiets in het oranje plaatje van een snorfiets). De verwachting van de SWOV is dat met de betere identificatiemogelijkheid van een brom- of snorfiets door de kentekening, de helm meer gedragen gaat worden.

5.6. **Praktijkexamen brom- en snorfietsen**

5.6.1. *Beschrijving*

In het midden van de jaren negentig is het bromfietscertificaat ingevoerd. Dit certificaat moet men hebben om op een bromfiets te rijden. Oudere bromfietsers zijn echter vrijgesteld van zo'n certificaat. Het certificaat is inmiddels vervangen door een rijbewijs. Net als bij het certificaat, hoeft men om in het bezit te komen van het bromfietsrijbewijs alleen te zijn geslaagd voor een theorie-examen. Het is de bedoeling dat naast het theorie-examen ook een praktijkexamen met goed gevolg moet worden afgelegd om in het bezit te komen van het bromfietsrijbewijs. Hoe dat praktijkexamen er gaat uitzien, is nog niet duidelijk. Wel heeft het Ministerie van VenW reeds gezegd dat het niet onnodig zwaar mag worden (de hele doelgroep moet het kunnen halen) en dat de totale kosten (rijlessen en examenkosten) voor aspirant bromfietsers niet meer dan 300 euro mag bedragen. VenW wil kandidaten tijdens het examen ook toetsen op gevaarherkenning.

5.6.2. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit brom- en snorfietsers. Slachtoffers onder brom- en snorfietsers en hun tegenpartij vormen de slachtofferdoelgroep. Het totaal aandeel doden en ziekenhuisgewonden onder brom- en snorfietsers plus hun tegenpartij ten opzichte van alle doden en ziekenhuisgewonden bedraagt 9,5% respectievelijk 21,7 (gemiddeld over de jaren 2002-2004).

5.6.3. *Penetratiegraad*

Waarschijnlijk wordt het praktijkexamen in 2010 ingevoerd. Alle startende brom- en snorfietsers moeten vanaf die datum een praktijkexamen afleggen.

5.6.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Uit onderzoek is gebleken dat door het volgen van een 16-urige bromfietspraktijktraining de voertuigbeheersing en het beheersen van verkeerssituaties toenamen. Bij een nameting die een jaar later werd uitgevoerd, was evenwel de kwaliteit van de voertuigbeheersing en het verkeersgedrag van de groep die de cursus had gedaan, gelijk aan die van de groep die de cursus niet had gedaan (Goldenbeld et al., 2002). De winst in voertuigbeheersing en verkeersgedrag van een cursus die zeker meer dan 300 euro kost, is tijdelijk. De volgende vraag is wat de relatie is tussen vertoond voertuigbeheersing en verkeersgedrag op een examen en het ongevalsrisico. Uit vragenlijstonderzoek met behulp van een voor bromfietsers aangepaste 'Driver Behaviour Questionnaire' (DBQ) (Van Brussel, 2005) in de provincie Drenthe blijkt dat bromfietsers die veel overtredingen maken (bewust te hard rijden, expres zonder helm rijden, bewust door rood rijden, etc.) vaker betrokken zijn bij ongevallen. Bromfietsers die zeiden dat ze fouten maken bij het inschatten van verkeerssituaties uit onervarenheid, hadden geen verhoogd ongevalsrisico.

In een aantal landen zijn praktijkexamens en/of bromfietspraktijktrainingen verplicht gesteld. Voor zover bekend is het effect daarvan alleen onderzocht in Noorwegen en Denemarken. De invoering van een behoorlijk stevige verplichte bromfietsopleiding in die landen had echter nagenoeg geen effect op de verkeersveiligheid (Elvik & Vaa, 2004).

Het effect van een bromfietsexamen in Nederland is moeilijk in te schatten, maar de risicodaling als gevolg van het soort bromfietsrijexamen dat men in Nederland wil gaan invoeren, zal vermoedelijk heel gering zijn. Mogelijk heeft de invoering van een dergelijk examen een mobiliteitsdaling tot gevolg en daarmee ook een reductie op het aantal slachtoffers. We gaan uit van een effect van 10% op de reductie van de mobiliteit (zie onder mobiliteits-effecten). Het effect op het totaal aantal slachtoffers is dan 1,0% (doden) en 2,2 procent (ziekenhuisgewonden).

5.6.5. *Kosten*

De kosten bestaan ten eerste uit eenmalige kosten voor ontwikkeling en implementatie van de nieuwe rijopleiding en het nieuwe rijexamen. Voor deze kosten gaan we uit van 2,5 miljoen euro (Wesemann, 2000). Daarnaast zijn er de kosten van de praktijklessen en het praktijkexamen. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft aangegeven dat de prijs van het de lessen en het examen in totaal niet meer dan 300 euro mogen kosten. Uitgaande van 90.000 theorie-examens per jaar (100.000 minus 10%, zie onder mobiliteitseffecten) bedragen de totale kosten 27 miljoen euro.

5.6.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een overlap met doelgroep van de maatregelpakketten Helmdragen door bromfietzers en Kentekening en anti-opvoermaatregelen.

5.7. **Safety culture**

5.7.1. *Beschrijving*

De veiligheidscultuur van een organisatie betreft een organisatiecultuur die zich manifesteert in de mate waarin de organisatie de gevaren en risico's beheerst (Gort et al., 2001). Op het gebied van de verkeersveiligheid kunnen we safety culture op drie niveaus onderscheiden (AVV, 2003):

1. op macroniveau: de aanwezigheid van safety culture in de branche als geheel;
2. op mesoniveau: de aanwezigheid van safety culture bij het management van een bedrijf;
3. op microniveau: de aanwezigheid van safety culture in de persoonlijke opvattingen en beroepsmatige gedragingen.

Gezien de betrokkenheid van brancheorganisaties als TLN, EVO en KNV in landelijke platforms op het gebied van de verkeersveiligheid, kan worden gesteld dat er op *macroniveau* sprake is van safety culture.

Op *mesoniveau* spelen zaken als tijdsdruk die bij chauffeurs tot stress leiden, waardoor de kans op schades en ongevallen toeneemt (Gort et al., 2001). Tijdsdruk dient in de keten verlader – transporteur – afnemer te worden aangepakt. Geen onderzoeksresultaten zijn bekend over in hoeverre een vermindering van tijdsdruk tot minder ongevallen leidt. Mocht binnen een bedrijf sprake zijn van tijdsdruk, dient dit bij de aanpak middels schadepreventieprogramma's aan de orde te komen. Het gaat dan om maatregelen op *microniveau*, waartoe we ons in de VVR-GIS beperken.

Maatregelen op *microniveau* zijn samen te vatten onder de naam 'schadepreventieprogramma's'. Een goed programma kent de volgende onderdelen (Langeveld & Schoon, 2004):

- registratie van overtredingen, schadegevallen en ongevallen;
- periodiek overleg chauffeur/leiding;
- analyse ongevalsproblematiek;
- keuze en uitvoering van maatregelen;
- evaluatie.

De rijksoverheid (safety scan), TLN (schademonitor) en verzekeringsmaatschappijen (schadepreventieplannen) hebben inmiddels diverse programma's ontwikkeld.

In een aantal praktijksituaties zijn bijvoorbeeld de volgende maatregelen uitgevoerd: aandacht voor schades bij de sollicitatie, rijtest en rijtraining, chauffeursbijeenkomsten, gesprek met de chauffeur na iedere schade, vaker een vaste auto per chauffeur. Andere mogelijkheden zijn: toerentalbegrenzers en de toepassing van snelheidsmonitoren in bestelauto's. Dit laatste betreft een project van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat waarbij bestelauto's met een vaste snelheidsbegrenzer worden uitgerust en waarbij monitoring van de snelheid plaatsvindt op wegen met lagere snelheidslimieten.

Het maatregelpakket dat hier wordt beschreven, betreft een schadepreventieprogramma waarin de volgende elementen zijn opgenomen:

- registratie van overtredingen;
- schadegevallen en ongevallen;
- periodiek overleg chauffeur/leiding;
- analyse ongevalsproblematiek.

5.7.2. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit alle bedrijven met transportvoertuigen voor gebruik op de openbare weg. We gaan ervan uit dat de hier beschreven maatregel alleen wordt ingevoerd door grotere bedrijven (meer dan 10 vrachtauto's). Het betreft ruim 2.500 bedrijven (TLN, 2003).¹¹ Deze bedrijven hebben gemiddeld 40 vrachtauto's en beschikken over 83% van het vrachtwagenpark (Langeveld & Schoon, 2004).

Doden en ziekenhuisgewonden van verkeersongevallen ten gevolge van aanrijdingen waarbij bedrijfsvoertuigen (vracht- en bestelauto's) zijn betrokken, vormen de slachtofferdoelgroep. De omvang hiervan ten opzichte van het totaal bedraagt 27% (doden) respectievelijk 18% (ziekenhuisgewonden; gemiddelden over 2002 t/m 2004).

5.7.3. Penetratiegraad

Uit TNO-onderzoek (Gort et al., 2001) werd de indicatie verkregen dat bij veel bedrijven geen sprake is van safety culture. Twee uitzonderingen kunnen worden genoemd: (a) bedrijven voor het transport van gevaarlijke stoffen vanwege wettelijke vereisten en (b) bedrijven met een verleden van

¹¹ Exclusief bedrijven die geen vergunning hebben opgenomen (ongeveer 500 bedrijven). Vermoedelijk zijn dit vooral kleinere bedrijven.

veel schades en ongevallen. In het laatste geval zullen deze bedrijven door hun verzekeringsmaatschappij inmiddels zijn uitgenodigd om aan een schadepreventieplan mee te werken. Immers als niet op dit verzoek wordt ingegaan, volgt een premieverhoging.

De maximale penetratiegraad is ongeveer 83% (het aandeel van grote bedrijven in het wagenpark, zie 'Doelgroep')

5.7.4. *Werkingsperiode*

Qua investering en uitvoering kunnen de programma's in twee delen worden onderscheiden:

1. het opzetten van een registratiesysteem voor het vastleggen van overtredingen, schadegevallen en ongevallen;
2. het beheer en onderhoud van het registratiesysteem, en het uitvoeren van het daadwerkelijke programma (analyse ongevalsproblematiek; keuze en uitvoering van maatregelen; evaluatie).

Activiteit 1 is eenmalig; een looptijd wordt ingeschat van 10 jaar. Hierbij moeten wel twee kanttekeningen worden geplaatst. Het bedrijf moet ervaren dat het programma winst oplevert; registratie en evaluatie zijn onontbeerlijk, en een verlaging van de verzekeringspremie zal ook bemoedigend werken. Ook als het bedrijf zich zal aansluiten bij gecertificeerde bedrijven, is dit een stimulans om door te gaan.

Activiteit 2 dient jaarlijks herhaald te worden.

5.7.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

De eerste resultaten met schadepreventieprogramma's zijn door TLN opgedaan, en wijzen op een schadereductie van circa 30-50% in het eerste jaar (TLN, 2000 & 2002). Daar dit de eerste bedrijven waren die aan zo'n programma hebben meegewerkt, en zij zich daarvoor zelf hebben aangemeld, zullen deze resultaten niet representatief zijn voor de gehele branche.

Realistischer lijkt het uit te gaan van een effect van 20% zoals dat met het black box onderzoek van de SWOV is vastgesteld (Wouters & Bos, 2000; zie maatregel 27 'Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's'). Zowel safety culture als boordcomputers zijn op hetzelfde werkingsmechanisme gebaseerd: het monitoren van het gedrag van de chauffeur. Dit betekent ook dat beide typen maatregelen subsidiair zijn (zie verder Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten). Voor de VVR-GIS gaan we uit van een reductiepercentage van 20% voor de doelgroep. Voor het totaal aantal slachtoffers zijn de reductiepercentages dan 5,5% (doden) en 3,5% (ziekenhuisgewonden). Deze percentages gelden bij een penetratiegraad van 100%, dat wil zeggen alle bedrijven. Gezien de (maximale) penetratiegraad van 83% gaan we uit van reductiepercentages van 4,5% (doden) en 3,0% (ziekenhuisgewonden).

5.7.6. *Kosten*

Een registratiesysteem kent zowel eenmalige invoeringskosten als jaarlijkse kosten. De invoeringskosten (of implementatiekosten) bestaan uit kosten

voor ontwikkeling van formulieren, instrueren van personeel en aanschaf of programmeren van software en eventueel aanschaf van computers (Lindeijer et al, 1997). Het invullen en invoeren van schadeformulieren, de rapportage daarover en kosten van periodiek overleg tussen chauffeurs en leidinggevendenden zijn jaarlijkse kosten. De meeste kosten bestaan vooral uit extra tijdsbesteding, dat wil zeggen uit personeelskosten. Voor schattingen van het aantal benodigde uren sluiten we aan bij veronderstellingen die Lindeijer et al. (1997) maakten in bedrijfseconomische kosten-baten-berekeningen voor diverse verkeersveiligheidsmaatregelen. De loonkosten baseren we op de cao van het beroepsgoederenvervoer. De loonkosten in schaal D5 bedroegen in 2003 18,87 euro per uur (inclusief sociale lasten, vakantie, verlof en overuren; TLN, 2003). Omdat de maatregelen ook tijd vragen van hoger ingeschaald personeel (o.a. leidinggevendenden), gaan we uit van gemiddeld 20 euro per uur. Ten slotte gaan we in de berekeningen uit van gemiddeld 0,5 schades per auto per jaar, overeenkomstig Langeveld & Schoon (2004). De kosten van ongevalsanalyse baseren we op Ecorys & TNO (2003). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de extra tijdsbesteding (indien relevant) en van de kosten per maatregel.

	Uren per bedrijf	Kosten per bedrijf (euro)	Kosten totale sector (mln euro)
Implementatie (opzetten registratiesysteem, eenmalig)			
Formulieren en instrueren personeel	110	2.200	5,6
Software / computers	nvt	1.100	2,8
<i>Totaal</i>		<i>3.300</i>	<i>8,4</i>
Exploitatie (jaarlijks)			
Registratie	40	800	2,0
Periodiek overleg	20	400	1,0
Ongevalsanalyse	nvt	1.200	3,6
<i>Totaal</i>		<i>2.400</i>	<i>6,6</i>

Tabel 5.5. *Tijdsbesteding en de kosten van safety culture.*

5.7.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

De maatregelpakketten Safety culture en Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's zijn op hetzelfde werkingsmechanisme gebaseerd: het monitoren van het gedrag van de chauffeur. Voor beide maatregelpakketten geldt ook hetzelfde effect van 20% op slachtofferreductie. Beide maatregelpakketten zijn subsidiair; bij de doorrekening kies je óf voor safety culture óf voor boordcomputers. Het ligt daarbij voor de hand dat de persoon of organisatie die de beslissing neemt, zich hierbij laat leiden door de prijs.

6. Voertuigmaatregelen

6.1. Voorreflector fiets

6.1.1. Beschrijving

Bij fietsverlichting spreken we over actieve en passieve verlichting. Actieve verlichting betreft de voor- en achterlamp en de losse verlichting die op de kleding wordt gedragen. Passieve verlichting betreffen de reflectoren. De voor- en achterreflector dienen in hoofdzaak voor de zichtbaarheid van de fiets ingeval de reguliere verlichting is uitgevallen. De zijreflector en de reflectoren op trappers dienen de zichtbaarheid, opvallendheid en herkenbaarheid van de fiets.

Reflectoren werken alleen als ze door een voldoende lichtsterkte verlichtingsbron (bijvoorbeeld autoverlichting) worden aangestraald; voor de voorreflector geldt dit vanuit een tegenovergestelde richting. Bij dwarsverkeer zal de voorreflector weinig nut hebben. Verder zal de voorreflector effectiever zijn in situaties met geen of een slechte openbare verlichting. Op fietspaden mag ook effect van de voorreflector worden verwacht in geval van tegemoetkomende bromfietzers.

De voorreflector is niet verplicht. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat gaat ervan uit dat de verplichting gaat gelden voor nieuwe fietsen, maar op zijn vroegst in 2010. Wel worden al veel nieuwe fietsen met een voorreflector uitgerust, die vaak in de koplamp van de fiets is geïntegreerd.

Het onderhavige maatregelpakket zou het verplichtstellen van de voorreflector voor het bestaande park kunnen behelzen, dan wel het stimuleren van de aanschaf en montage. In ons geval hebben we gekozen voor een verplichting; het resultaat geeft het maximaal te bereiken effect.

6.1.2. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit alle eigenaren van fietsen (voor het gebruik op de openbare weg) die niet voorzien zijn van een voorreflector. Slachtoffers van ongevallen met fietsers tijdens schemer en 's nachts vormen de slachtofferdoelgroep. Ten opzichte van het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden is dit een aandeel van 4,0% respectievelijk 3,6% (zie voor een nadere toelichting Verkeersveiligheidseffecten).

6.1.3. Penetratiegraad

Nieuwe fietsen worden vrijwel allemaal met een voorreflector uitgerust, al dan niet geïntegreerd in de koplamp van de fiets. In 1997 werd geschat dat op ongeveer 10% van de fietsen een voorreflector aanwezig was. Enkele uitgevoerde niet-representatieve metingen in 2006 komen uit op een aanwezigheidspercentage van ongeveer 50%. In geval van bestaand beleid (geen voorlichting of verplichting) zou, extrapolierend, in 2010 ongeveer 75% en in 2015 een kleine 100% van de fietsen met een voorreflector zijn uitgerust.

6.1.4. *Werkingsperiode*

Het maatregelpakket heeft betrekking op het bestaande park. Aangezien fietsen de laatste jaren frequenter met een voorreflector worden afgeleverd, is het park waarvoor de verplichting geldt al wat verouderd. Er wordt vanuit gegaan dat in dit geval de levensduur van de voorreflector en fiets dezelfde zijn.

6.1.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

In 1998 heeft de SWOV aangenomen dat de voorreflector evenveel effect heeft als de achter- en zijreflector, namelijk 4% (Schoon & Polak, 1998). Dit percentage heeft dan betrekking op alle typen aanrijdingen (frontaal, dwars en overig) tijdens schemer en 's nachts, en op alle fietsers betrokken bij ongevallen (ongeacht of licht wordt gevoerd). Verder wordt niet gerekend met de aan- of afwezigheid van openbare verlichting.

Gesproken kan worden van een ruwe benadering. Mocht deze gepreciseerd kunnen worden (een beperking tot alleen frontale aanrijdingen en een verdiscontering van het percentage fietsers dat in het donker geen verlichting voert), dan zou met een veel hoger effectiviteitspercentage kunnen worden gerekend. Helaas ontbreken de gegevens hiertoe. Dit betekent dat we uitgaan van een effect van de voorreflector van 4% voor alle fietsslachtoffers die in het donker vallen. Het effect van voorreflectoren op het totaal aantal slachtoffers is 0,15% voor zowel doden als ziekenhuisgewonden. Als de maatregel in 2010 wordt ingevoerd, kan een kwart van dit effect aan de maatregel worden toegeschreven, uitgaande van de penetratiegraad van 75% in dat jaar. De effectschatting is in 2010 dan 0,04% voor zowel doden als ziekenhuisgewonden. In 2015 is het effect van de maatregel nihil, omdat bijna alle fietsen dan ook bij bestaand beleid een voorreflector zouden hebben.

6.1.6. *Kosten*

De kosten bestaan uit de kosten van aanschaf van een voorreflector en uit kosten van wetgeving en voorlichting. De winkelprijs van een achterreflector bedraagt circa 2,5 euro. We gaan ervan uit dat een voorreflector ongeveer evenveel kost. Uitgaande van een park van 14 miljoen fietsen in 2003 (bron: CBS) en een huidige penetratiegraad van 50 procent bedragen de totale kosten 17 miljoen euro. Voor de kosten van wetgeving en voorlichting houden we het bedrag van Wesemann (2000) aan van 50.000 euro.

6.1.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is geen relatie met andere maatregelpakketten in dit rapport.

6.2. **Kentekening en anti-opvoermaatregelen**

6.2.1. *Beschrijving*

Volgens de EU- voertuigeisen geldt voor brom- en snorfietsen een door de constructie bepaalde snelheidslimiet van respectievelijk 45 en 25 km/uur. Uit niet-representatieve politiemetingen blijkt dat circa 20% van de brom- en snorfietsen zijn opgevoerd. Hogere rijsnelheden die door het opvoeren

mogelijk worden gemaakt, leiden tot onevenredig veel slachtoffers. Bravougedrag, en het niet (kunnen) inschatten van gevaarlijke locaties liggen hiervoor aan de basis.

Om de identificatie van brom- en snorfietsen te verbeteren, is de maatregel 'kentekening' ingevoerd; dit betreft een kentekenplaat die op het voertuig moet worden aangebracht, en een kentekenbewijs. In de nieuwe situatie, die met ingang van 2007 geldt, kan het kentekenbewijs worden ingenomen als drukmiddel om bijvoorbeeld bepaalde reparaties te laten uitvoeren. Ook gaan enkele nieuwe bepalingen gelden met betrekking tot de overschrijding van de maximum constructiesnelheid en de overschrijding van de rijsnelheid.

De maatregel maakt een efficiëntere handhaving mogelijk, met name de controle op het opvoeren. Evenals bij andere motorvoertuigen kunnen daarnaast snelheids- en roodlichtovertredingen met fotocamera's 'op kenteken' worden gecontroleerd.

Specifieke anti-opvoermaatregelen zijn bescheiden. In het kader van het Convenant BOVAG-RAI (2004) is afgesproken dat de branche zich zal inspannen om de problematiek van het opvoeren aan te pakken.

6.2.2. Doelgroep

De doelgroep bestaat uit alle bromfietzers en snorfietzers. Bij de slachtofferdoelgroep kunnen twee groepen worden onderscheiden:

- reductie opvoeren: brom- en snorfietzers met opgevoerde voertuig, en hun tegenpartij;
- roodlichtnegatie: brom- en snorfietzers en hun tegenpartij betrokken bij roodlichtongevallen.

Het aandeel slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) onder brom- en snorfietzers plus hun tegenpartij ten opzichte van het totaal bedraagt 9,5% respectievelijk 21,7% (gemiddelden over de jaren 2002-2004).

6.2.3. Penetratiegraad

De penetratiegraad wordt als volgt geschat:

- reductie opvoeren: 75% van de doelgroep¹²⁾
- roodlichtnegatie: 100% van de doelgroep¹³⁾

Brom- en snorfietzen moeten vanaf 1 januari 2007 van een kenteken zijn voorzien. De politie heeft aangegeven vanaf deze datum daadkrachtig te gaan handhaven. Op 1 januari 2006 is de wetwijziging ingegaan om de strafrechtgrens van het aantal kilometers overschrijding van de maximum constructiesnelheid te leggen bij 15 km/uur in plaats van bij 30 km/uur. Daardoor kan de politie eerder het kentekenbewijs invorderen of het voertuig in beslag nemen (de praktijk is dat na twee waarschuwingen bij de derde keer tot in beslagname wordt overgegaan). Als tweede wordt gecontroleerd op de overschrijding van de rijsnelheid. Voor automobilisten geldt dat een

¹² Deze doelgroep is de 20% opgevoerde bromfietzen. Geschat wordt dat binnen deze groep 25% zich niets van de aangekondigde maatregelen zal aantrekken.

¹³ Bekeuring via het kenteken betreft alleen bromfietzers, aangezien die op de rijbaan rijden.

rijbewijs ingevorderd kan worden na overschrijding met 50 km/uur van de toegestane lokale snelheidslimiet. Voor brom- en snorfietsen is dit te hoog. De politie heeft voorgesteld om reeds bij 25/30 km/uur overschrijding te kunnen invorderen.

6.2.4. *Werkingsperiode*

Technische maatregel (de kentekening): continu en voor bijna 100%.
Handhaving: geïntensiveerd toezicht vanaf 2007 gedurende enkele jaren (stel deze op 3 jaar).

6.2.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

- Effect van snelheidsreductie door kentekening en handhaving. Op basis van Schoon (2000) gaan we uit van een effect van 12%. Dit betreft het effect op de gehele groep brom- en snorfietsers. Het effect op de groep opgevoerde bromfietsen is 60% (ervan uitgaande dat 20% van de bromfietsen is opgevoerd). Ook uit de MAIDS-studie (2003) komt een dergelijk hoog effect, maar deze is echter niet-significant. Dit effect komt ongeveer overeen met het effect van 1,1% voor alle doden en 2,6% voor alle ziekenhuisgewonden.
- Effect van 10% door handhaving op roodlichtnegatie op slachtoffers betrokken bij ongevallen op kruispunten met roodlichtcamera's (Schoon, 2000). Het effect op het totaal aantal slachtoffers is relatief zeer beperkt, omdat het gaat om een kleine doelgroep (namelijk alleen binnen de bebouwde kom). In de VVR-GIS laten we dit effect daarom buiten beschouwing.

6.2.6. *Kosten*

De huidige kosten na invoering van de maatregel in 2007 bestaan alleen uit kosten voor de aanvraag van een kentekenbewijs en aanschaf en montage van de kentekenplaat (36 euro). Uitgaande van een jaarlijkse verkoop van 40.000 nieuwe bromfietsen bedragen deze jaarlijkse kosten 1,4 miljoen euro.

Daarnaast zijn er kosten van voorlichting. Voor deze kosten gaan we uit van 1 miljoen euro (Wesemann, 2002).

6.2.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met het maatregelpakket Praktijkexamen brom- en snorfietsen.

6.3. **EuroNCAP**

6.3.1. *Beschrijving*

EuroNCAP (European New Car Assessment Programme) is een Europees programma van eisen aan personenauto's dat verder gaat dan de wettelijke Europese voertuigeisen. De werking van EuroNCAP is dat fabrikanten op scherp worden gezet om de veiligheid van personenauto's te verhogen. De eerste testen werden uitgevoerd in 1996. Gangbaar is om het jaar 1998 als eerste complete jaar te beschouwen voor auto's met sterren.

Consumentenorganisaties en nationale overheden ondersteunen EuroNCAP financieel (EC, 2005).

EuroNCAP startte met hogere veiligheidseisen voor de inzittenden dan de wettelijke eisen. Het betreffen hier frontale aanrijdingen (botssnelheid 64 km/uur in plaats van 56 km/uur volgens wettelijke eisen) en de toevoeging van een extra flanktest (paalttest bij 28 km/uur). Ook geeft EuroNCAP een 'bonus' voor de aanwezigheid van de gordelverklipper ('seat belt reminder' in het Engels).

EuroNCAP besteedt ook aandacht aan voetgangers. Sinds 2005 zijn er ook wettelijke eisen voor een botsvriendelijk autofront voor nieuwe modellen. De SWOV pleit ervoor deze tests uit te breiden, voor de veiligheid voor fietsers.

In de toekomst wordt EuroNCAP uitgebreid met primaire veiligheid (ongevalspreventie). De verwachting is dat ESC (stabiliteitsregeling ter voorkoming van met name enkelvoudige ongevallen) als eerste veiligheidsvoorziening hiervoor in aanmerking komt.

De ontwikkelingen binnen EuroNCAP gericht op passieve veiligheid beschouwen we in de VVR-GIS als autonome ontwikkelingen, dat wil zeggen als onderdeel van de baselineprognose. Deze maatregelen zijn namelijk al ingevoerd of zijn logische vervolgstappen die in dezelfde lijn liggen. Alleen de effectschatting van ESC en de kosten daarvan worden daarom in VVR-GIS opgenomen. Ter informatie worden bij de verkeersveiligheidseffecten ook andere onderdelen van EuroNCAP besproken.

6.3.2. Doelgroep

Vanaf 1998 doet de invloed van EuroNCAP zich geleidelijk gelden voor personenauto's. De nieuw aangekondigde tests gelden voor nieuwe voertuigmodellen.

Bij de slachtofferdoelgroep kunnen drie groepen worden onderscheiden:

- EuroNCAP algemeen: inzittenden van personenauto's (doden en ziekenhuisgewonden). Dit is een aandeel van 48,2% respectievelijk 42,1% ten opzichte van alle doden respectievelijk ziekenhuisgewonden.
- Botsvriendelijk autofront: voetgangers en fietsers betrokken bij frontale aanrijdingen met personenauto's. Dit is een aandeel van 10,8% respectievelijk 11,6% ten opzichte van alle doden respectievelijk ziekenhuisgewonden.
- ESC (stabiliteitsregeling): inzittenden van personenauto's betrokken bij enkelvoudige ongevallen (obstakels, sloot e.d., dieren en over de kop). Dit is een aandeel van 26,0% respectievelijk 15,4% ten opzichte van alle doden respectievelijk ziekenhuisgewonden.

6.3.3. Penetratiegraad

In 2002 had 54% van de nieuw verkochte auto's vier sterren (ETSC, 2003). Steeds meer auto's krijgen de maximale score van vijf sterren.

Het aantal personenauto's met een botsvriendelijk autofront is in 2005 beperkt (schatting: 3%).

In 2005 was 27% van de top 50 meest verkochte nieuwe personenauto's met ESC uitgerust (ECMD/NCAD, 2006). Volgens een internationale enquête van Bosch (2006) zouden in Nederland in 2006 20% van de personenauto's met ESC zijn uitgerust.

In 2005 was er het besluit van EuroNCAP om ESC aan te bevelen. Vanaf 2009 maakt de aanwezigheid van ESC deel uit van de eindscore van EuroNCAP. De verwachting is hierdoor dat de aanwezigheid van ESC in nieuwe personenauto's snel zal toenemen.

6.3.4. Verkeersveiligheidseffecten

Los van de EuroNCAP is er een 'autonome'- daling van circa 1% doden en zwaargewonden per jaar door verbetering van de botsveiligheid van personenauto's (Broughton et al., 2000).

De EuroNCAP zal zich uitbreiden de komende jaren. Voor de toekomst mag met een extra effect van de EuroNCAP worden gerekend.

EuroNCAP (effect vanaf 1998)

Iedere extra ster van EuroNCAP levert 8% reductie op van het aantal doden onder auto-inzittenden. Als alle auto's 5 of meer sterren zouden hebben, zou dit een reductie van 16% van het aantal doden en ziekenhuisgewonden onder auto-inzittenden opleveren (EU, 2003). Deze effecten zijn gebaseerd op theoretische gronden. In het Europese onderzoek Pendant kon geen effect van de EuroNCAP worden vastgesteld (zie de website PENDANT voor meer resultaten van deze studie: www.vsi.tugraz.at/pendant). Vooralsnog lijkt een compromis wenselijk om een jaarlijkse (autonome) 1%-reductie toe te passen.

Botsvriendelijk autofront (effect vanaf 2005)

Er gelden met ingang van 2005 wettelijke eisen voor een botsvriendelijk autofront voor nieuwe modellen. Deze hebben alleen betrekking op de reductie van letsel bij voetgangers. Het effect van dit type front kent een ruime marge van 3 – 30% (Schoon, 2003b). Het effect voor fietsers is lager dan dat van voetgangers. De invoering kent diverse fasen (Schoon, 2003b):

- Fase 1: geldt voor personenauto's en bestelauto's (die van personenauto's zijn afgeleid) tot 2.500 kg die na 1 oktober 2005 als nieuw type op de markt worden gebracht.
- Fase 2: september 2010. Verzwaring van de eisen van fase 1 voor nieuwe typen personenauto's en bestelauto's
- Fase 3: januari 2013: de eisen van fase 1 gelden voor alle nieuwe voertuigen.
- Fase 4: september 2015. De eisen van fase 2 gelden voor alle nieuwe voertuigen.

ESC, stabiliteitsregeling (toekomstig effect)

Door het Noorse TØI (Erke, 2008) is een metastudie naar de effecten van ESC uitgevoerd met studies die tot en met 2006 zijn uitgevoerd. De studie vindt de volgende effecten van ESC voor ongevallen met dodelijke afloop (procentuele reductie, met een marge gebaseerd op het 95%-betrouwbaarheidsinterval):

- enkelvoudige ongevallen: 49% ± 15%;
- meervoudige ongevallen: 32% ± 12%;

- frontaal: wisselende effecten voor dodelijke ongevallen; ongevallen met letsel: 10% ± 5%.

In deze metastudie wordt geen uitsplitsing gemaakt naar het effect van ESC bij droog dan wel nat/glad wegdek. Dit is opmerkelijk, omdat slip eerder optreedt bij een wegdek met een geringe wrijvingsweerstand waardoor ESC eerder in werking treedt. Slechts één studie maakt wel een onderscheid tussen droog en nat/glad. Lie et al. (2006) komen voor dodelijke en ernstige ongevallen uit op de volgende effecten van ESC:

- overall effect: 22% ± 13%;
- nat wegdek: 56% ± 24%;
- wegdek ijzig/besneeuwd: 49% ± 30%.

Zowel de cijfers uit de metastudie als die van Lie et al. laten grote effecten voor ESC zien. Deze zijn wellicht te hoog voor de Nederlandse situatie. Een land met een relatief veilige infrastructuur kan immers minder 'winst' behalen dan landen die in dit opzicht slechter scoren dan Nederland. Verder zit het voertuigpark waarop het effect van ESC is berekend in het duurdere segment, en is het daarmee niet representatief voor het gehele park. Er valt dus veel te zeggen voor wat lagere effectpercentages en ook voor het rekening houden met de invloed van de conditie van het wegdek op het effect van ESC.

In de Nederlandse ongevallenstatistiek van ongevallen met personen- en bestelauto's zijn de percentages voor doden bij enkel- en meervoudige ongevallen respectievelijk 57% en 43%. Bij beide typen ongevallen is de verhouding tussen droog en nat/glad circa 65% en 35% (cijfers 2007).

Rekening houdend met alle hiervoor genoemde aspecten en met de Nederlandse ongevalcijfers, komen we voor de Nederlandse situatie uit op een (conservatieve) effectschatting van 25% voor alle doden en ziekenhuisgewonden onder inzittenden van personen- en bestelauto's betrokken bij meervoudige en enkelvoudige ongevallen.

De verwachting is dat de introductie van ESC gaat zoals bij ABS: aanvankelijk is alleen het bovensegment van het personenautopark er mee uitgerust, maar na een jaar of vijf is het standaard. Het effect van EuroNCAP wordt dan ook gering verondersteld: wel is er de aanvankelijke extra prikkel voor fabrikanten voor de inbouw van ESC, daarna is ESC standaard. Het effect op het totaal aantal slachtoffers is 6,5% (doden) respectievelijk 3,9% (ziekenhuisgewonden) bij een penetratiegraad van 100%.

6.3.5. *Kosten*

Uit prijsopgaven van auto's waarvoor ESC optioneel kan worden aangebracht, blijkt dat de kosten van ESC gemiddeld ongeveer 475 euro bedragen. Als alle nieuwe personenauto's standaard met ESC zouden worden uitgerust, zouden de kosten per jaar ongeveer 240 miljoen euro bedragen (uitgaande van 500.000 nieuwe auto's per jaar). De werkelijke kosten hangen uiteraard af van het percentage nieuwe auto's dat daadwerkelijk met ESC wordt uitgerust. Hiervan zijn echter geen prognoses bekend.

6.3.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Er is een relatie met het maatregelpakket Intensivering handhaving gordelgebruik, omdat de aanwezigheid van gordelverklidders bij EuroNCAP extra punten oplevert. Hierdoor monteren steeds meer fabrikanten gordelverklidders standaard in hun auto's, ook voor de bijrijderstoel en vervolgens voor alle inzittenden. Het effect van de gordelverklidder is een hoger draagpercentage.

6.4. **Zichtveldverbetering vrachtauto's**

6.4.1. *Beschrijving*

Deze maatregel betreft verbetering van het zichtveld van chauffeurs van vrachtauto's en trekkers om meer zicht op kwetsbare verkeersdeelnemers te krijgen. Het verbeterde zicht heeft in de eerste plaats betrekking op rechts afslaan manoeuvres van de vrachtauto, en in de tweede plaats op het oversteken van kwetsbare verkeersdeelnemers direct vóór de vrachtauto. Naast kwetsbare verkeersdeelnemers kan het systeem ook baat hebben voor andere verkeersdeelnemers (bijvoorbeeld bij rijstrookwisselingen op autosnelwegen), maar daar zijn geen effectschattingen van bekend.

Sinds 1 januari 2003 zijn er weliswaar zichtveldverbeterende systemen ingevoerd op alle vrachtauto's in Nederland, maar het effect was kortstondig (Schoon, 2006). Met ingang van januari 2007 gelden nieuwe Europese richtlijnen voor nieuwe vrachtauto's. De belangrijkste uitbreiding in vergelijking met 2003 is de invoering van een extra spiegel om het zichtveld vóór de cabine te verbeteren. Echter, aangezien de maatregel niet voor het oude park wordt ingevoerd (retrofit), is pas omstreeks 2017 circa 90% van het gehele park van de nieuwe maatregel voorzien.

6.4.2. *Doelgroep*

De doelgroep bestaat uit vrachtauto's en trekkers met een massa van meer dan 3.500 kg. Kwetsbare verkeersdeelnemers bij rechts afslaan manoeuvres van de vrachtauto en overstekende kwetsbare verkeersdeelnemers direct vóór de vrachtauto vormen de slachtofferdoelgroep. De omvang hiervan bedraagt 2,1% van het totaal aantal doden en 0,3% van het totaal aantal ziekenhuisgewonden (alleen 2004).¹⁴

6.4.3. *Penetratiegraad*

In januari 2007 geldt voor nieuwe vrachtauto's de nieuwe Europese richtlijn. Waarschijnlijk zal in de loop van 2006 een deel van het nieuwe park met het nieuwe spiegelsysteem zijn uitgerust.

Indien geen verplichte retrofit wordt toegepast, zal omstreeks 2017 circa 90% van het gehele park van de nieuwe maatregel zijn voorzien. Indien er een wettelijke maatregel met retrofit komt, wordt dit bijna 100% vanaf het jaar dat de verplichting wordt ingevoerd. Indien geen verplichte retrofit wordt toegepast, wordt geschat dat eenmalig (op basis van een

¹⁴ 2002 en 2003 zijn buiten beschouwing gebleven vanwege de lage slachtoffercijfers in deze jaren door het tijdelijke effect van de maatregel in 2003.

publiciteitscampagne) circa 10% van de vrachtauto's en trekkers op vrijwillige basis met de voorziening zal worden uitgerust.

6.4.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Het effect van het maatregelpakket is reductie van het aantal doelgroep-slachtoffers met 40%. Dit effect is gebruikt bij de verkeersveiligheidsanalyse van het NVVP (Schoon, 2000). De SWOV baseert dit op een vergelijking met linksaf-manoeuvres (Van Kampen & Schoon, 1999). Het kortstondige effect ten gevolge van het zichtveldverbeterende systeem dat in 2003 in Nederland is ingevoerd, bedraagt zelfs ruim 50% (Schoon, 2006). Het vermoeden is dat dit effect niet werd bereikt met het spiegeleffect zelf, maar met voorlichting en publiciteit waardoor vrachtautochauffeurs en medeweggebruikers een alerter rijgedrag vertoonden. Voor de VVR-GIS gaan we uit van een effect van 40% procent op de doelgroep, indien chauffeurs worden getraind de nieuwe voorzichtspegel goed te gebruiken. Het effect op het totaal aantal slachtoffers is 0,8% (doden) en 0,1% ziekenhuisgewonden.

6.4.5. *Kosten*

De kosten van zichtveldverbetering (retrofit) bestaan uit kosten voor wetgeving en voorlichting en uit kosten voor aanschaf en montage van camera's of spiegels. Voor wetgeving en voorlichting gaan we uit van eenmalige kosten van 0,5 miljoen euro in het invoeringsjaar (Wesemann, 2000). Voor de kosten van aanschaf en montage gaan we uit van 160 euro per voertuig voor spiegels en 1000 euro per voertuig voor een camera en monitor (Langeveld & Schoon, 2004). Uitgaande van een wagenpark van 144.000 vrachtauto's bedragen de kosten van retrofit met alleen spiegels 23 miljoen euro en met alleen camera's 144 miljoen euro in 2003.

6.4.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Een goed zichtveld bij het rechts afslaan draagt bij aan het voorkomen van aanrijdingen zowel rechtsvoor de vrachtauto's als aan de zijkant. Er is dus overlap met het maatregelpakket Zijafscherming vrachtauto's.

6.5. **Zijafscherming vrachtauto's**

6.5.1. *Beschrijving*

Zijafscherming draagt bij aan het voorkomen dat kwetsbare verkeersdeelnemers onder de wielen van een vrachtauto terecht komen. Daar 'gesloten zijafscherming' lager tot aan de rijbaan reikt, is dit type wat effectiever ten opzichte van 'open zijafscherming'. Sinds 1995 is alleen open zijafscherming verplicht op nieuwe vrachtauto's, trekkers, opleggers en aanhangwagens. Door hun constructie behoeven trekkers veelal niet van zijafscherming te worden voorzien. In dit overzicht laten we deze daarom buiten beschouwing.

Door verjonging van het park zijn in 2006 vrijwel alle vrachtauto's (lees bakwagens) voorzien van open zijafscherming; opleggers en aanhangwagens ijlen wat na. Deze maatregel is alleen gericht op gesloten zijafscherming.

Diverse maatregelen zijn mogelijk. Ze worden in de volgende paragraaf uitgeschreven. De kosten-batenanalyse moet uitwijzen welke van de maatregelen positief scoort.

NB. Daar waar in het onderstaande 'vrachtauto's' staat, dient gelezen te worden 'vrachtauto's, opleggers en aanhangwagens'.

6.5.2. Doelgroep

De voertuigen waarop de maatregel zich richt, hangt af van de invulling van de maatregel. Onderstaande maatregelen komen voor doorrekening in aanmerking; een combinatie van maatregelen is mogelijk.

- 1a. vervanging van open zijafscherming door gesloten zijafscherming;
- 1b. op alle nieuwe vrachtauto's is gesloten zijafscherming verplicht (i.p.v. de open zijafscherming).

Aangezien uit het oogpunt van kosteneffectiviteit is gebleken dat de maatregelen het beste gericht kunnen worden op distributievoertuigen (vrachtwagens die in winkel- en woongebieden komen), zouden beide maatregelen toegesneden kunnen worden op deze typen vrachtauto's (Langeveld & Schoon, 2004). Gemeentebesturen zouden bijvoorbeeld kunnen eisen dat alleen vrachtauto's binnen de gemeentegrenzen mogen rijden indien de voertuigen zijn voorzien van (gesloten) zijafscherming. Bij de keuze voor distributievoertuigen betekent dit dat genoemde maatregelen kunnen worden vervangen door respectievelijk 2a en 2b:

- 2a. op alle distributievoertuigen wordt de open zijafscherming verplicht vervangen door gesloten zijafscherming;
- 2b. op alle nieuwe distributievoertuigen binnen de bebouwde kom is gesloten zijafscherming verplicht.

Voor alle drie de maatregelen is iets te zeggen. Op voorhand is een keuze moeilijk te maken. Dit is typisch een maatregel waar een kosten-batenanalyse uitkomst kan bieden.

De omvang van het park in 2001 is circa 140.000 (totaal aantal bakwagens, trekkers en aanhangers; Langeveld & Schoon, 2004). Het aantal distributievoertuigen (bakwagens in winkel- en woongebieden) is ongeveer 26.000.

Het maatregelpakket heeft betrekking op kwetsbare verkeersdeelnemers (bromfietzers, snorfietzers, fietsers en voetgangers) bij manoeuvres van vrachtauto's naar rechts (afslaan en koersafwijkingen). Inzittenden van personenauto's vallen niet in de doelgroep daar de open en gesloten zijafscherming geen of te weinig bescherming bieden om te voorkomen dat bij een flankaanrijding een personenauto onder de zijkant van een vrachtwagen terechtkomt.

De doelgroep is gelijk aan die van het maatregelpakket Zichtveldverbetering vrachtauto's'. Dus ook het aandeel is hetzelfde. De omvang hiervan

bedraagt 2,1% van het totaal aantal doden en 0,3% van het totaal aantal ziekenhuisgewonden (alleen 2004).¹⁵

6.5.3. *Penetratiegraad*

Penetratiegraad in 2006 en 2010 op basis van de maatregel in 1995.

In 2001 was 63% van de bakwagens voorzien van open zijafscherming; trailers en aanhangwagens respectievelijk 52% en 35% (SWOV, 2001).

Gesloten zijafscherming kwam voor bij 3% van de bakwagens.

Extrapolerend bedraagt de aanwezigheid van open zijafscherming in 2006 voor bakwagens, opleggers en aanhangwagens respectievelijk 100, 89 en 60%. En in 2010 respectievelijk 100, 100 en 80%.

Gesloten zijafscherming op bakwagens bedraagt in 2006 en 2010 respectievelijk 5 en 7%.

Penetratiegraad vanwege onderhavige maatregelen

(Nagenoeg) 100% indien het wettelijke maatregelen betreffen. Van implementatie op vrijwillige basis wordt nauwelijks een verhoging van de penetratie verwacht.

6.5.4. *Verkeersveiligheidseffecten*

Gesloten zijafscherming 35% slachtofferreductie; open zijafscherming: 25%. Het netto effect van vervangen van open door gesloten zijafscherming bedraagt derhalve 10%.

Deze effectpercentages zijn tevens gebruikt bij de verkeersveiligheidsanalyse van het NVVP (Schoon, 2000). Het effect van de gesloten zijafscherming is bepaald met een ongevalanalyse waarbij een vergelijking is gemaakt tussen rechts afslaande vrachtauto's en bussen (die immers een gesloten zijkant hebben). Het effect van de open zijafscherming is arbitrair 10% lager geschat (Van Kampen & Schoon, 1999). Voor de VVR-GIS houden we deze effectschatting aan. Het effect van retrofit op het totaal aantal slachtoffers is een reductie van 0,2% voor doden en 0,03% voor ziekenhuisgewonden.

6.5.5. *Kosten*

De kosten van het aanbrengen van open zijafscherming op nieuwe auto's bedragen ongeveer 750 euro en van gesloten zijafscherming ongeveer 3.450 euro (Langeveld & Schoon, 2004). De kosten van de maatregel betreffen het verschil in kosten, dat wil zeggen 2.700 euro per vrachtauto. Uitgaande van een wagenpark van 144.000 vrachtauto's en een jaarlijkse vervanging van 10% van het park bedragen de totale kosten 39 miljoen euro per jaar. Voor alleen distributievoertuigen gaat het om 7 miljoen euro per jaar.

De kosten van het vervangen van de open zijafscherming verplicht door gesloten zijafscherming voor het gehele park (een retrofit) zullen hoger liggen dan 2.700 euro, omdat de gesloten zijafscherming verwijderd moet

¹⁵ 2002 en 2003 zijn buiten beschouwing gebleven vanwege de lage slachtoffercijfers in deze jaren door het tijdelijke effect van de maatregel in 2003.

worden en de vervanging meer tijd kost dan montage in de fabriek. Hiervoor zijn geen cijfers beschikbaar. Voor de VVR-GIS gaan we (enigszins arbitrair) uit van 3.000 euro per vrachtauto. De kosten voor het gehele park bedragen dan 432 miljoen euro. Voor alleen distributievoertuigen gaat het om 78 miljoen euro.

6.5.6. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

Het maatregelpakket vertoont overlap met maatregelpakketten omtrent een verbeterd zichtveld door spiegels en/of camera's. Indien gelijktijdig maatregelen omtrent een verbeterd zichtveld worden geïmplementeerd, dan heeft onderhavige maatregelpakket betrekking op het aantal slachtoffers dat niet met het maatregelpakket omtrent een verbeterd zichtveld wordt voorkomen.

6.6. **Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's**

6.6.1. *Beschrijving*

Boordcomputers kunnen worden gebruikt om het rijgedrag van de bestuurder en andere voertuiggegevens vast te leggen. Een bijzonder type is de zogenaamde accident data recorder (black box) die de voertuiggegevens kort voor en na een ongeval vastlegt. Als deze boordcomputers worden gebruikt om het gedrag van beroepschauffeurs te monitoren, is een reductie van het aantal ongevallen en schades te realiseren. Hierbij is het essentieel dat er terugkoppeling in de relatie werkgever - werknemer plaatsvindt. Gerekend wordt dat dergelijke recorders alleen effectief zijn bij de wat grotere bedrijven (meer dan vijf vrachtauto's) met een hiërarchische werkrelatie.

Onderzoek op het gebied van gedragsbeïnvloeding door boordcomputers is tot dus ver alleen bij bedrijven met vrachtauto's uitgevoerd. Het is aannemelijk dat het mechanisme dat verantwoordelijk is voor deze gedragsbeïnvloeding, ook geldt voor bedrijven met bestelauto's.

Het maatregelpakket betreft de invoering op vrijwillige basis van de boordcomputer/black box en de hieraan gekoppelde monitoring. Een verplichting is niet mogelijk daar monitoring moeilijk kan worden opgelegd.

6.6.2. *Doelgroep*

Het maatregelpakket richt zich op bedrijven met vijf en meer bedrijfsauto's voor transportdoeleinden op de openbare weg (vracht- en/of bestelauto's). Uit een SWOV-studie blijkt dat de vrachtauto's in bezit van bedrijven met een voertuigenpark van vijf vrachtauto's en meer, 92% van het vrachtauto-park deel uitmaken (Langeveld & Schoon, 2004, peildatum 2001).

Voor bedrijven met bestelauto's baseren we ons op een NIPO-enquête (1997). De verdeling van het aantal bestelauto's naar fleetowners, bedrijven met één bestelauto en particulieren is respectievelijk 65, 20 en 15%. Nemen we aan dat onder de fleetowners nog vrij veel bedrijven voorkomen met minder dan vijf bestelauto's, schatten we vervolgens dat 50% van de bestelauto's deel uitmaken van bedrijven met vijf of meer bestelauto's.

Het maatregelpakket heeft betrekking op ongevalspreventie. De maatregel die een attenter rijgedrag en zo mogelijk rustiger rijnsnelheden bewerkstelligt, heeft betrekking op het voorkomen van alle type ongevallen waarbij vracht- en/of bestelauto's betrokken zijn. De slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) betreffen zowel de eigen inzittenden van vracht- en bestelauto's als de slachtoffers onder de tegenpartij. De omvang hiervan ten opzichte van het totaal bedraagt 27% (doden) en 18% (ziekenhuisgewonden; gemiddelden over 2002 t/m 2004).

6.6.3. *Penetratiegraad*

In 2001 beschikte circa 15% van de vrachtauto's over een boordcomputer (onderzoek NEA, in TTM, 2003). Door de SWOV is geschat dat in 2001 5% van de vrachtauto's was voorzien van een black box en dat geen enkel bedrijf beschikte over uitleesapparatuur (Langeveld & Schoon, 2004). Recente cijfers ontbreken. Een conservatieve schatting van een toename van 1% per jaar komt uit op een penetratiegraad van boordcomputers en black boxen van respectievelijk 20% en 10% in 2010.

6.6.4. *Werkingsperiode*

Van apparatuur die nieuw wordt aangeschaft is de aanname dat de werkingsduur c.q. levensduur 10 jaar is.

6.6.5. *Verkeersveiligheidseffecten*

De aanwezigheid van datarecorders en monitoring door het bedrijf blijken tot gevolg te hebben dat chauffeurs voorzichtiger rijden. Uit een onderzoek dat de SWOV voor de EU heeft uitgevoerd, blijken deze recorders een reductie van 20% van het aantal ongevallen en schades op te leveren met een onder- en bovengrens van respectievelijk 5 en 35% (Wouters & Bos, 2000). Het betreft hier alle ongevallen, zowel schuld als geen schuld. De marge is vrij groot; vermoedelijk komt dit door verschil in inzet van bedrijven bij de monitoring van chauffeurs. Voor de VVR-GIS gaan we uit van een reductiepercentage van 20% voor de doelgroep. Voor het totaal aantal slachtoffers zijn de reductiepercentages 5,5% (doden) en 3,5% (ziekenhuisgewonden).

6.6.6. *Kosten*

De kosten bestaan uit de aanschaf van de black box en de kosten van monitoring. Voor de aanschafkosten gaan we uit van 900 euro per stuk (Langeveld & Schoon, 2004). Uitgaande van een wagenpark van ruim 1 miljoen (vracht- en bestelauto's, bron CBS) en een huidige penetratiegraad van 10% zouden de implementatiekosten voor het gehele wagenpark ongeveer 900 miljoen euro bedragen. In werkelijkheid zal de implementatie echter geleidelijk toenemen, bijvoorbeeld met 1% per jaar. In dat geval bedragen de implementatiekosten ongeveer 10 miljoen euro per jaar.

Voor de kosten van monitoring gaan we ervan uit dat dit voor kleine bedrijven (5 tot 10 auto's) 1 uur per jaar kost en voor grote bedrijven (meer dan 10 auto's) 40 uur (Langeveld & Schoon, 2004). Het aantal kleine bedrijven is ongeveer 2.000 en het aantal grote bedrijven ruim 2.500 (TLN,

2003).¹⁶ Verder gaan we uit van de loonkosten volgens de cao van het beroepsgoederenvervoer. De loonkosten in schaal D5 bedroegen in 2003 18,87 euro per uur (inclusief sociale lasten, vakantie- en verlof en overuren; TLN, 2003). Omdat de gemiddelde loonkosten het betrokken personeel waarschijnlijk iets hoger liggen gaan we uit van gemiddeld 20 euro per uur. Als alle bedrijven monitoring gaan invoeren, bedragen de totale kosten van monitoring 40.000 euro voor kleine bedrijven en 2 miljoen euro voor grote bedrijven.

6.6.7. *Relatie / afhankelijkheden met andere maatregelpakketten*

De maatregelpakketten Safety culture en Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's zijn op hetzelfde werkingsmechanisme gebaseerd: het monitoren van het gedrag van de chauffeur. Voor beide maatregelpakketten geldt ook hetzelfde effect van 20% op slachtofferreductie. Beide maatregelpakketten zijn subsidiair; bij de doorrekening kies je óf voor safety culture óf voor boordcomputers. Het ligt daarbij voor de hand dat de persoon of organisatie die de beslissing neemt, zich hierbij door de prijs laat leiden.

¹⁶ Exclusief bedrijven die geen vergunning hebben opgenomen (ongeveer 500 bedrijven). Vermoedelijk zijn dit vooral kleinere bedrijven.

7. Overzicht

De onderstaande tabellen geven een samenvattend overzicht van de effecten en kosten van de maatregelen die in de voorgaande hoofdstukken zijn besproken. *Tabel 7.1* en *Tabel 7.2* geven overzichten van de infrastructuurmaatregelpakketten op wegvakken respectievelijk kruispunten, *Tabel 7.3* geeft een overzicht van de gedragsmaatregelpakketten en *Tabel 7.4* geeft een overzicht van de voertuigmaatregelpakketten.

De kolommen bevatten onder meer de bron waarop de effectschatting is gebaseerd. De overige bronnen die bij de bespreking van de maatregelen wel zijn genoemd, maar niet zijn meegewogen bij het bepalen van de effectschatting, zijn niet in de tabel opgenomen.

De laatste kolom geeft weer op welke eenheid de kosten betrekking hebben. Bij voertuigmaatregelen zijn de kosten van het toepassen van de maatregel op het gehele wagenpark weergegeven. Voor een aantal maatregelen, zoals EuroNCAP en black box, is dat een hypothetische situatie. In werkelijkheid zullen deze maatregelen geleidelijk worden toegepast (bijvoorbeeld op een deel van de nieuwe auto's) en zullen de kosten dus lager zijn en/of worden verspreid over een langere periode. Dit geldt evenzeer voor de effectschattingen van deze maatregelen. Ten overvloede kan worden opgemerkt dat het bij de kostencijfers gaat om een globale indicatie van de kosten. Voor de kosten van infrastructurele maatregelen geldt dat de bedragen (soms sterk) afhankelijk zijn van de exacte uitvoering van de maatregel en van de regionale of lokale omstandigheden. Grondaankoop is niet inbegrepen in de cijfers.

7.1. Infrastructuurmaatregelpakketten op wegvakken

Maatregelpakket	Wegcategorie	Effect op doelgroep			Omvang doelgroep (% van alle verkeersdeelnemers)		Effect op totaal aantal slachtoffers (afname in %)		Kosten (euro/eenheid)		
		Doden	Ziekenhuis- gewonden	Bron	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Implementatie	Exploitatie	Eenheid
Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30	Erftoegangswegen binnen de bebouwde kom	25%	25%	Elvik (2001); Vis & Kaal (1993)	100%	100%	25%	25%	40.000	0	km
Sober herinrichten Zone 30	Erftoegangswegen binnen de bebouwde kom	15%	15%	Schoon (2000)	100%	100%	15%	15%	20.000	0	km
Aanleg van vrijliggende fietspaden	Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom	25%	25%	Welleman & Dijkstra (1988)	19%	19%	5%	5%	55.000	550	km
Aanleg van vrijliggende fiets- /bromfietspaden	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	25%	25%	Welleman & Dijkstra (1988)	9%	9%	2%	2%	55.000	550	km
Aanleg van parallelwegen	Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom	25%	25%	Michels & Meijer (1989)	24%	35%	6%	9%	370.000	3.700	km
Aanleg van parallelwegen	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	18%	18%	Goudappel (2001)	12%	12%	2%	2%	370.000	3.700	km
Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan	Gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom	67%	67%	inschatting SWOV	18%	18%	12%	12%	PM	PM	
DV herinrichten Zone 60	Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom	25%	25%	Vis & Kaal (1993)	100%	100%	25%	25%	12.000	0	km
Sober herinrichten Zone 60	Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom	17%	17%	Beenker (2004)	100%	100%	17%	17%	6.000	0	km
Moeilijk overrijdbare rijrichtingscheiding	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	20%	20%	Van Beek (niet gepubliceerd)	100%	100%	20%	20%	2.000	20	km
Niet overrijdbare rijrichtingscheiding	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	40%	30%	Elvk & Vaa (2004)	100%	100%	40%	30%	PM	PM	PM
Reductie oversteekplaatsen	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	5%	5%	Schoon (2000)	100%	100%	5%	5%	6.000	0	km

Maatregelpakket	Wegcategorie	Effect op doelgroep			Omvang doelgroep (% van alle verkeersdeelnemers)		Effect op totaal aantal slachtoffers (afname in %)		Kosten (euro/eenheid)		
		Doden	Ziekenhuis- gewonden	Bron	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Implementatie	Exploitatie	Eenheid
Semiverharde bermen	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	20%	20%	Schoon (2000)	35%	35%	7%	7%	25.000	0	km
Obstakelvrije afstand	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	69%	69%	Schoon (2000)	35%	35%	25%	25%	270.000	0	km
Bermbeveiliging WICON	Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	75%	75%	Elvik & Vaa (2004); Schoon (2000)	35%	35%	25%	25%	200.000	2.600	km
Duurzaam Veilig herinrichten van wegvakken en kruispunten op regionale stroomwegen	Regionale stroomwegen	50%	50%	Schoon (2000)	100%	100%	50%	50%	900.000 – 1.200.000	9.000	km

Tabel 7.1. *Overzicht van in dit rapport besproken infrastructuurmaatregelpakketten op wegvakken.*

7.2. Infrastructuurmaatregelpakketten op kruispunten

Maatregelpakket	Kruispuntcategorie	Effect op doelgroep			Omvang doelgroep (% van alle verkeersdeelnemers)		Effect op totaal aantal slachtoffers (afname in %)		Kosten (euro/eenheid)		
		Doden	Ziekenhuis- gewonden	Bron	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Doden	Ziekenhuis- gewonden	Implementatie	Exploitatie	Eenheid
Kruispunten ombouwen tot rotondes	Kruispunt tussen twee gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom	75%	75%	Dijkstra (2005), Schoon & Van Minnen (1993)	100%	100%	75%	75%	400.000 (enkelstrooks) - 600.000 (dubbelstrooks)	0	kruispunt
Kruispunten ombouwen tot rotondes	Kruispunt tussen twee gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	70%	70%	Fortuijn (2005)	100%	100%	70%	70%	400.000 (enkelstrooks) - 600.000 (dubbelstrooks)	0	kruispunt
Kruispunten uitrusten met plateaus	Kruispunt tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg binnen de bebouwde kom	20%	20%	Schoon (2000)	100%	100%	20%	20%	15.000	0	kruispunt
Kruispunten uitrusten met plateaus	Kruispunt tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom	30%	30%	Fortuijn et al. (2005)	100%	100%	30%	30%	15.000	0	kruispunt
Kruispunten inrichten als uitritconstructie	Kruispunt tussen een erftoegangsweg en een gebiedsontsluitingsweg, binnen of buiten de bebouwde kom	22%	22%	Van Minnen & Catshoek (1997)	100%	100%	22%	22%	15.000	0	kruispunt
Duurzaam Veilig herinrichten Zone 60	Kruispunt tussen twee erftoegangswegen buiten de bebouwde kom	47%	47%	Beenker (2004)	100%	100%	47%	47%	12.000	0	km
Sober herinrichten Zone 60	Kruispunt tussen twee erftoegangswegen buiten de bebouwde kom	15%	15%	Schoon (2000)	100%	100%	15%	15%	6.000	0	km

Tabel 7.2. Overzicht van in dit rapport besproken infrastructuurmaatregelpakketten op kruispunten.

7.3. Gedragsmaatregelpakketten

Maatregelpakket	Effect op doelgroep			Omvang doelgroep (% van alle verkeersdeelnemers)		Effect op totaal aantal slachtoffers (afname in %)		Kosten (euro/eenheid)		
	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Bron	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Implementatie	Exploitatie	Eenheid
Intensivering handhaving snelheid (vaste camera, bibeko)	59%	44%	Snelheidsreductie: Gains et al. (2005); Goldenbeld & Van Schagen (2005); Keal et al. (2002); Elvik (1997). Berekening slachtofferreductie: Elvik (2004); Nilsson (2004)	100%	100%	59%	44%	43.000	150	camera
Intensivering handhaving snelheid (vaste camera, bubeko)	38%	27%		100%	100%	38%	27%	43.000	150	camera
Intensivering handhaving snelheid (mobiele camera, bibeko)	38%	27%		100%	100%	38%	27%	0	90	uur
Intensivering handhaving snelheid (mobiele camera, bubeko)	9%	6%		100%	100%	9%	6%	0	90	uur
Intensivering handhaving rood licht	20%	20%	Dobbenberg (2006); Via Verkeersadvies (2005)	100%	100%	20%	20%	192.000	600	kruispunt
Intensivering handhaving alcohol	20%	20%	Inschatting SWOV	20%	16%	4%	3%	0	0	landelijke invoering
Intensivering handhaving gordelgebruik	0,3%	0,1%	SWOV (2010b); Schoon (2004)	100%	100%	0,3%	0,1%	0	1.800.000	landelijke invoering
Helmdragen door bromfiets	28%	26%	Inschatting op basis van Huijbers & Van Kampen (1985)	6%	15%	2%	4%	0	3.200.000	landelijke invoering
Safety culture	20%	20%	Wouters & Bos (2000)	27%	18%	4%	3%	8.400.000	6.600.000	landelijke invoering
Praktijkexamen brom- en snorfietsen	10%	10%	Schoon (2000)	10%	22%	1,0%	2,2%	2.500.000	27.000.000	landelijke invoering

Tabel 7.3. Overzicht van in dit rapport besproken gedragsmaatregelpakketten.

7.4. Voertuigmaatregelpakketten

Maatregelpakket	Effect op doelgroep			Omvang doelgroep (% van alle verkeersdeelnemers)		Effect op totaal aantal slachtoffers (afname in %)		Kosten (euro/eenheid)		
	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Bron	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Doden	Ziekenhuis-gewonden	Implementatie	Exploitatie	Eenheid
Voorreflector fiets	4%	4%	Schoon & Polak (1998)	4%	4%	0,04%	0,04%	50.000	17.000.000	landelijke invoering
Kentekening en anti-opvoermaatregelen	12%	12%	Schoon (2000)	10%	22%	1%	3%	26.000.000	1.400.000	landelijke invoering
EuroNCAP	25%	25%	Erke (2008); Lie et al. (2006); inschatting SWOV op basis van ongevallenstatistiek	26%	15%	7%	4%	24.000.000	0	gehele personenauto park
Zichtveldverbetering vrachtauto's	40%	40%	Schoon (2000); Van Kampen & Schoon (1999)	2%	0,3%	0,8%	0,1%	23 mln (spiegels) / 144 mln (camera's)	0	gehele vrachtauto park
Zijafscherming vrachtauto's	10%	10%	Schoon (2000); Van Kampen & Schoon (1999)	2%	0,3%	0,21%	0,03%	432	0	gehele vrachtauto park
Boordcomputers (waaronder de black box) voor vracht- en bestelauto's	20%	20%	Wouters & Bos (2000)	27%	18%	5%	4%	900.000.000	2.040.000	gehele vracht-/bestelauto park, alle bedrijven

Tabel 7.4. Overzicht van in dit rapport besproken voertuigmaatregelpakketten.

8. Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport is een groot aantal verkeersveiligheidsmaatregelpakketten op systematische wijze besproken. Deze informatie is in eerste instantie bedoeld voor toepassing in de VVR-GIS, maar kan ook gebruikt worden in (ander) onderzoek en beleidsvoorbereiding waarin schattingen van verkeersveiligheidseffecten en/of kosten benodigd zijn, zoals ex-ante-evaluaties van verkeersveiligheidsbeleid of toekomstverkenningen. We trekken hier enkele algemene conclusies en doen aanbevelingen voor verdere ontwikkeling van de VVR-GIS.

8.1. Keuze van maatregelpakketten

Er is gekozen om voor de VVR-GIS in eerste instantie alleen een update te maken van de effectschattingen van de maatregelpakketten die in de oorspronkelijke VVR zijn gebruikt. Wel is de definitie van een aantal maatregelpakketten aangepast en is een aantal maatregelpakketten dat niet meer relevant zijn, geschrapt. De maatregelpakketlijst kan, in overleg met gebruikers van de VVR-GIS, in een vervolgfase worden uitgebreid. Bij de keuze van toe te voegen maatregelpakketten speelt uiteraard ook mee of het mogelijk is om effectschattingen te geven, in het bijzonder of er voldoende betrouwbare effectschattingen in de literatuur beschikbaar zijn. Dit rapport bevat een groot deel van de maatregelpakketten waarvan de verkeersveiligheidseffecten bekend zijn, en de verwachting is dat het steeds lastiger zal worden om extra maatregelpakketten toe te voegen.

Het aantal pakketten educatieve maatregelen in de lijst is beperkt. De SWOV heeft, mede ten behoeve van de VVR-GIS, de effectiviteit van dit type maatregelpakketten onderzocht in het kader van het project EVEO (Effecten van Verkeerseducatie Onderzoek; Twisk et al., 2006). Deze studie laat zien dat er aanknopingspunten zijn om effecten van educatieve maatregelen te bepalen, maar dat er ook verschillende haken en ogen zijn. Met name de voorwaarde dat de effectschattingen in de VVR-GIS worden uitgedrukt in besparing van slachtoffers vormt daarbij een beperking. De gedragseffecten van educatieve maatregelen zijn veelal wel geëvalueerd, maar effecten op het aantal slachtoffers zijn vaak lastig vast te stellen.

Hetzelfde geldt voor de effecten van voorlichtingscampagnes. In het Europese project CAST (Campaigns and Awareness-raising Strategies in Traffic safety) stonden voorlichtingscampagnes op het gebied van verkeersveiligheid centraal. Een meta-analyse van de effecten van campagnes op, onder andere, ongevallen vormt een onderdeel van dat project. Wat aan dit soort onderzoek echter lastig is, is dat het effect van de campagne vaak moeilijk los te zien is van andere maatregelen. Zo gaat een voorlichtingscampagne vaak samen met geïntensiverde handhaving. Overigens zijn er op basis van EVEO en CAST wel aanknopingspunten om de effecten van educatie en voorlichting wellicht in een nieuwe versie van de VVR-GIS op te nemen.

8.2. Effecten van maatregelen

De verkeersveiligheidseffecten van de meeste maatregelpakketten waren reeds opgenomen in de oorspronkelijke VVR. Deze zijn ook gebruikt bij de doorrekening van het concept-NVVP. Voor alle maatregelpakketten is nagegaan of er sindsdien effectschattingen uit nieuw onderzoek beschikbaar zijn gekomen. De keuze van de effectschatting voor de VVR-GIS is gebaseerd op een aantal criteria betreffende kwaliteit en relevantie van de onderliggende studies. Dit heeft voor dertien van de maatregelen geleid tot een effectschatting die afwijkt van de effectschatting die eerder zijn toegepast (Schoon, 2000), deels vanwege aangepaste definities en deels vanwege het beschikbaar komen van nieuwe studies en voortschrijdend inzicht. Het gaat vooral om de volgende infrastructuurmaatregelpakketten en handhavingsmaatregelpakketten:

- Duurzaam Veilig herinrichten Zone 30
- Sober herinrichten Zone 30
- Verbieden van parkeren op en langs de rijbaan
- Kruispunten ombouwen tot rotondes
- Kruispunten uitrusten met plateaus
- Kruispunten inrichten als uitritconstructie
- Duurzaam Veilig herinrichten Zone 60
- Sober herinrichten Zone 60
- Bermbeveiliging (WICON)
- Duurzaam veilig herinrichten van wegvakken en kruispunten
- Intensivering handhaving snelheid
- Intensivering handhaving roodlicht
- Voorreflector bij de fiets

Voor de effectschattingen van een aantal van de maatregelpakketten moest op oude studies worden teruggegrepen. Het is daarom wenselijk om voor deze maatregelpakketten nieuwe evaluatiestudies uit te voeren. De effectiviteit kan in de loop van de tijd veranderen, bijvoorbeeld omdat de uitvoering van het maatregelpakket is veranderd. Ook het uitbreiden van de ongevallenregistratie met meer slachtoffer- en ongevalskenmerken kan helpen bij nieuw onderzoek naar effectiviteit van maatregelpakketten. Dit geldt met name voor handhavingsmaatregelpakketten: registratie van bijvoorbeeld helmgebruik van slachtoffers, gordeldracht en alcoholpromillage bij doden.

Voor elk maatregelpakket wordt in de VVR-GIS met het effect op het totaal aantal doden en ziekenhuisgewonden gerekend. Dit effect is gebaseerd op het effect op de doelgroep en het aandeel van de doelgroep in het totaal aantal slachtoffers. Een mogelijke verbetering voor de VVR-GIS is te rekenen met het effect op de doelgroep. Dit levert nauwkeuriger effectschattingen op indien de relatieve omvang van doelgroep in de loop van de tijd verandert of verschilt tussen regio's. De mogelijkheden hiervoor hangen vooral af van de beschikbaarheid van (regionale) data over de omvang van de doelgroep.

Voor een aantal maatregelpakketten kan het relevant zijn om naast de effecten op verkeersveiligheid ook mobiliteits- en milieueffecten te bepalen. Bij mobiliteitseffecten gaat het om effecten op snelheid, routekeuze of keuze van vervoerswijze. Deze effecten worden niet expliciet in de VVR-GIS

meegenomen, maar kunnen wel invloed hebben op de verkeersveiligheid. Een pilotstudie in de Stadsregio Arnhem Nijmegen, die het kader van de ontwikkeling van de VVR-GIS is uitgevoerd, laat zien dat mobiliteitseffecten tot (iets) kleinere verkeersveiligheidseffecten kunnen leiden (Wismans, Wijnen & Slieker, 2008). De oorzaak daarvan is dat weggebruikers bijvoorbeeld wegen waarop verkeersveiligheidsmaatregelen zijn genomen, mijden. Daarnaast zijn de mobiliteitseffecten, in het bijzonder veranderingen in reistijd, aantal gereden kilometers en/of kosten van verplaatsing, op zichzelf relevant om een integraal beeld te krijgen van de effecten van maatregelen. Deze effecten kunnen worden meegenomen in integrale kosten-batenanalyses van verkeersveiligheidsmaatregelen, waarin niet alleen het effect op aantal ongevallen en slachtoffers wordt meegenomen, maar ook op veranderingen in reistijd, kosten van verplaatsingen, en op milieu. Bij milieueffecten gaat het om veranderingen in emissies en geluid, die het gevolg kunnen zijn van veranderingen in het aantal gereden kilometers, snelheid en/of rijgedrag. Het meenemen van mobiliteits- als milieueffecten kan leiden tot een hoger of lager 'maatschappelijk rendement' van maatregelpakketten dan wanneer alleen verkeersveiligheidseffecten worden meegenomen. Vanuit praktisch oogpunt is het echter niet eenvoudig om mobiliteits- en milieueffecten mee te nemen in de VVR-GIS.¹⁷ Aanbevolen wordt om nader onderzoek te doen naar de mogelijkheden om mobiliteits- en milieueffecten te integreren in de VVR-GIS.

8.3. Onzekerheden omtrent effecten en kosten

De cijfers betreffende effecten en kosten die in dit rapport zijn opgenomen, zijn omgeven met een bepaalde mate van onzekerheid. Zeker wanneer de effecten en kosten van maatregelpakketten op regionaal niveau worden bepaald, kunnen deze afwijken van de waarden die in de literatuur zijn gevonden. Dit geldt waarschijnlijk vooral voor de kosten van maatregelpakketten. De gebruikers van de VVR-GIS kunnen daarom desgewenst eigen schattingen van de kosten invoeren. Aanbevolen wordt om de VVR-GIS daarnaast uit te breiden met de mogelijkheid om gevoeligheidsanalyses uit te voeren, waarin wordt nagegaan in hoeverre deze onzekerheden de uitkomsten van de kosten-batenanalyse beïnvloeden. In zo'n gevoeligheidsanalyse kan gebruikgemaakt worden van bandbreedten van effecten en kosten. De spreiding van effecten en kosten is op dit moment echter nog niet onderzocht. Aanbevolen wordt na te gaan in hoeverre het mogelijk is om schattingen te maken van deze spreidingen.

8.4. Nieuwe maatregelpakketten

De huidige lijst van maatregelpakketten is voor een belangrijk deel gebaseerd op de maatregellijst van de oorspronkelijke VVR. Aanbevolen wordt het aantal maatregelpakketten in de VVR-GIS (verder) uit te breiden. Welke aanvullende maatregelen wenselijk zijn en welke mogelijkheden er zijn om deze toe te voegen, zal moeten worden bepaald op basis van de behoeften van de gebruikers van de VVR-GIS en beschikbaarheid van (wetenschappelijke) informatie over met name de effectiviteit. Wel is op voorhand duidelijk dat voor sommige typen maatregelen, met name

¹⁷ Mobiliteitseffecten kunnen bijvoorbeeld met een verkeersmodel in kaart worden gebracht, maar het koppelen van een mobiliteitsmodel met de VVR-GIS kent verschillende haken en ogen (Wismans et al., 2008).

gedragsmaatregelen, het ontbreken van effectschattingen in termen van aantal bespaarde slachtoffers, een belangrijke beperking vormt.

Literatuur

Aarts, L.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2006). *Driving speed and the risk of road crashes; a review*. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 38, p. 215-224.

Aeron-Thomas, A.S. & Hess, S. (2005). *Red-light cameras for the prevention of road traffic crashes*. In: The Cochrane Database of Systematic Reviews 2005, No. 2.

AGV (1995). *Verkeersveiligheid 1980-1992 : aanvullende analyse Fietsroutenetwerk Delft FRN*. In opdracht van het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV. Rapportnummer 1-919/MF/1333. AGV Adviesgroep voor Verkeer en Vervoer, Nieuwegein

AVV (2003). *Sturen op veiligheid*. Concept 16 juli 2003. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

AVV (2005a). *Gebruik van beveiligingsmiddelen in auto's. Onderzoek 2004*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

AVV (2005b). *Veilig op weg. Monitoring Startprogramma Duurzaam Veilig. Eindverslag*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

AVV (2008). *Maatregelencatalogus Benutten*. http://www.maatregelencatalogus.nl/maatregel.php?maatregel_id=48#TabbladKosten. [Geraadpleegd op 22 januari 2008]

AVV / BRON (2005). *Ongevallenregistratie 1997-2005*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

Beek, W. van (niet gepubliceerd). *Effect van dubbele asmarkering op de verkeersveiligheid. Verkennend voor- en naonderzoek van een aantal provinciale wegvakken*. Provincie Overijssel, Zwolle.

Beenker, N.J. (2004). *Evaluatie 60 km/uur projecten. Eindrapport*. In opdracht van Unie van Waterschappen. Via Advies in verkeer & informatica, Vught.

Bevaart, K. (2001). *Investeren leidt tot winst op de niet-autosnelweg*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.

Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. & Weimer, D.L. (2006). *Cost-benefit analysis. Concepts and practice*. Third edition. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Bosch (2006). *White paper; Bosch ESP Safety Survey 2006: kennen chauffeurs hun engelbewaarder?* Bosch-groep, Augustus 2006.

BOVAG-RAI (2004). *Akkoord Zelfregulering Bromfietsen inclusief Reclame-code*. 24 juni 2004. Stichting BOVAG RAI Mobiliteit, Amsterdam.

BOVAG-RAI (2005). *Kerncijfers Tweewielers 2005*. Stichting BOVAG RAI Mobiliteit, Amsterdam.

Broughton, J., Allsop, R.E., Lynam, D.A. & McMahon, C.M. (2000). *The numerical context for setting national casualty reduction targets*. TRL report 382. Transport Research Laboratory, Crowthorne.

Brussel, A. van (2005). *Het rijgedrag van bromfietzers. Een onderzoek naar de ongevalsbetrokkenheid, daaraan ten grondslag liggende typen afwijkend rijgedrag en de verklaring van dat gedrag met de 'Theory of Planned Behaviour'*. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

BVOM (2002). *Jaaroverzicht 2002*. Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie BVOM, Soesterberg.

CBS (2006). *Statistiek van de motorvoertuigen*. Centraal Bureau voor de Statistiek CBS, Voorburg.

Council, F.M., Persaud, B., Eccles, K. & Griffith, M.S. (2005). *Safety Evaluation of Red-Light Cameras*. FHWA-HRT-05-048. Federal Highway Administration, Georgetown Pike, VA.

CROW (2002). *Handboek wegontwerp – Gebiedsontsluitingswegen*. Publicatie 164c, CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Cullis, J.G. & Jones, P.R. (1992). *Public finance and public choice*. McGraw-Hill International, Maidenhead.

Delhaye, E. (2002). *Kosten-baten analyse van het vervangen van een geregeld kruispunt door een rotonde*. In: Tijdschrift voor Economie en Management, vol XLVII, nr. 4, p. 577-605.

DHV (2000). *Duurzaam veilig in de provincie Zuid-Holland. Kosten en effecten van infrastructurele maatregelen. Bijlagenrapport*. DHV Milieu en Infrastructuur, Amersfoort.

DHV (2004). *Bestaat de ideale 30 km/h-wijk?; Evaluatie van twintig sober ingerichte 30 km/h-gebieden. Hoofdrapport+Bijlagen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.

Dijkstra, A. (2003). *Infrastructurele verkeersvoorzieningen en hun veiligheidsaspecten*. D-2003-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. (2005). *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers?* R-2004-14. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Dobbenberg, H. (2006). *Effecten van roodlichtnegatie op de verkeersveiligheid en veiligheidsverhogende maatregelen*. Stageverslag. BVOM, Soesterberg.

Doumen, M.J.A. & Weijermars, W.A.M. (2009). *Hoe duurzaam veilig zijn de Nederlandse wegen ingericht? Een vragenlijststudie onder wegbeheerders*. D-2009-5. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Dussen, P. van der (2002). *Beleideffectrapportage verkeersveiligheid 1997-1999 : studie naar het effect en rendement van een zestal infrastructurele maatregelen*. Afstudeerverslag. Nationale Hogeschool voor Toerisme en Verkeer NHTV, Breda.

DVS (2008). *Rijden onder invloed in Nederland in 1999-2007; Ontwikkeling van het alcoholgebruik van automobilisten in weekendnachten*. Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

EC (2005). *10 years of EuroNCAP - creating a market for safety*. European Commission, Brussels.

ECMD/NCAD (2006). *Inventarisatiegegevens*. ECMD European Centre for Mobility Documentation / NCAD Nederlands Centrum voor Autohistorische Documentatie. Eindhoven, 2006.

Ecorys & TNO (2003). *Safety culture. Analyse van kosten en baten*. Ecorys Transport en TNO Arbeid, Rotterdam/Hoofddorp.

Elliot, M. & Broughton, J. (2005). *How methods and levels of policing affect road casualty rates*. TRL Report 637. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne, Berkshire.

Elvik, R. (1997). *Effects on accidents of automatic speed enforcement in Norway*. In: Transportation Research Record, vol. 1595, p. 14-19.

Elvik, R. (2000). *Cost-benefit analysis of police enforcement*. Working paper in EU project ESCAPE. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Elvik, R. (2001a). *Area-wide urban traffic calming schemes; A meta-analysis of safety effects*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 33, p. 327-336.

Elvik, R. (2001b). *Cost-Benefit Analysis of police enforcement*. Working paper in EU project ESCAPE. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Elvik, R. & Vaa, T. (2004). *The handbook of road safety measures*. Elsevier Ltd, Oxford.

Elvik, R., Christensen, P. & Amundsen, A. (2004). *Speed and road accidents. An evaluation of the Power Model*. TØI report 740/2004. Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

Erke, A. (2008). *Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: A review of empirical evidence*. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 40, nr. 1, p. 167-173.

ETSC (1999). *Police enforcement strategies to reduce traffic casualties in Europe*. European Road Safety Council ETSC, Brussels.

ETSC (2003). *Cost Effective EU Transport Safety Measures*. European Road Safety Council ETSC, Brussels.

EU (2003). *Europees actieprogramma voor verkeersveiligheid : terugdringing van het aantal verkeersslachtoffers in de Europese Unie met de helft in de periode tot 2010 : een gedeelde verantwoordelijkheid*. 311 definitief. Commissie van de Europese Gemeenschappen, Brussel.

Evans, L. (1996). *Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 28, p. 423-433.

Fortuijn, L.G.H. (2005). *Veiligheidseffect turborotondes in vergelijking met enkelstrooksrotondes*. In: *Verkeerskundige Werkdagen 2005*, Ede.

Fortuijn, L.G.H., Carton, P.J. & Feddes, B.J. (2005). *Veiligheidseffect van kruispuntplateaus in gebiedsontsluitingswegen*. In: *Verkeerskundige werkdagen 2005*, Ede.

Gains, A., Heydecker, B., Shrewsbury, J. & Robertson, S. (2004). *The National safety camera programme*. Three year evaluation report. PA Consulting Group, London.

Gains, A., Nordstrom, M., Heydecker, B., Shrewsbury, J., Mountain, L. & Maher, M. (2005). *The National safety camera programme*. Four year evaluation report. PA Consulting Group, London.

Goldenbeld, C. (1993). *Handhaving van verkeersregels in Nederland*. R 93-66. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Bijleveld, F.D., Craen, S. de & Bos, N.M. (2004). *Effectiviteit van snelheidstoezicht en bijbehorende publiciteit in Fryslân: effecten op snelheidsovertredingen en ongevallen op 80 en 100 km/urwegen in de periode 1998-2002*. R-2003-27. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C., Houwing, S. & Craen, S. de (2002). *De ontwikkeling van de rijvaardigheid van jonge bromfietzers: een vervolgmeting in 2001, een jaar na een eerder experiment in Leeuwarden*. R-2002-10. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Goldenbeld, C. & Schagen, I.N.L.G van (2005). *The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accidents. An evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 37, p. 1135-1144.

Gort, J., Swuste, P., Henstra, D., Schoon, C.C. & Waterbeemd, H. van de (2001). *Safety culture in de transportsector; Eindrapport*. TNO Arbeid, Hoofddorp.

Grontmij (2002). *Effecten en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen*. Grontmij Verkeer & Infrastructuur, De Bilt.

Goudappel (2001). *Erfaansluitingen en verkeersveiligheid*. Goudappel Coffeng, Deventer.

Hendriks, T. (2007). *Voorrang gokken bij uitritvarianten: gedrag weggebruiker bij uitritachtige constructies onderzocht*. In: *Verkeerskunde*, vol. 58, nr. 5, p. 52-54.

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

Hummel, T. (1998). *Nader onderzoek uitritconstructies en voorrangskruisingen*. R-98-10. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hummel, T., Minnen, J. van & Vliet, P. van (1999). *Welke kruising krijgt voorrang ? : voorrangskruising of uitritconstructie*. In: *Verkeerskunde*, vol. 50 (1999), nr. 1, p. 36-38.

Infopunt Duurzaam Veilig (2001). *Maatregel-Wijzer Verkeersveiligheid: 'er is meer dan je denkt...'*. Infopunt Duurzaam Veilig Verkeer, Ede.

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.

Jensen, S.U. (2005). *Review of Blackfriars Bridge*. Trafitec, Denmark.

Kampen, L.T.B. van & Schoon, C.C. (1999). *De veiligheid van vrachtauto's; Een ongevals- en maatregelanalyse in opdracht van Transport en Logistiek Nederland*. R-99-31. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Keall, M.D., Povey, L.J. & Frith, W.J. (2002). *Further results from a trial comparing a hidden speed camera programme with visible camera operation*. In: *Accident Analysis and Prevention*, vol. 34, p. 773-777.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M. (red.) (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer in kort bestek; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

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 and Swedish Road Administration.

Langeveld, P.M.M. & Schoon, C.C. (2004). *Kosten-batenanalyse van maatregelen voor vrachtauto's en bedrijven; Maatregelen ter reductie van*

het aantal verkeersslachtoffers en schadegevallen. R-2004-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Lie, A. & Tingvall, C. (2000). *How does EuroNCAP results correlate to real life injury risk – a paired comparison study of car-to-car crashes*. In: Proceedings of the 2000 IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impacts. Montpellier, 20-22 September 2000, p. 123-130.

Lie, A., Tingvall, C., Krafft, M. & Kullgren, A. (2006). *The effectiveness of electronic stability control (ESC) in reducing real life crashes and injuries*. In: Traffic Injury Prevention, vol. 7, p. 38-43.

Lindeijer, J.E., Rienstra, S.A. & Rietveld, P. (1997). *Voorbeeld van bedrijfseconomische kosten/baten van schadepreventiemaatregelen*. R-97-42. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Lynam, D., Nilsson, G., Morsink, P., Sexton, B., Twisk, D., Goldenbeld, C. & Wegman, F. (2005). *SUNflower +6: Further comparative study of the development of road safety in Sweden, United Kingdom, and the Netherlands*. SWOV Institute for Road Safety Research / Transport Research Laboratory TRL / Swedish National Road and Transport Research Institute VTI, Leidschendam / Linköping / Crowthorne.

MAIDS-studie (2003). *MAIDS : Motorcycle Accidents In Depth Study*. Gepubliceerd op <http://maids.acembike.org> [beperkt toegankelijk].

Mathijssen, M.P.M. & Craen, S. de (2004). *Evaluatie van de regionale verkeershandhavingssystemen; Effecten van geïntensiveerd politietoezicht op verkeersgedrag en verkeersonveiligheid*. R-2004-4. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Mathijssen, R. & Houwing, S. (2005). *The prevalence and relative risk of drink and drug driving in the Netherlands: a case-control study in the Tilburg police district; research in the framework of the European research programme IMMORTAL* R-2005-9. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Michels, Th. & Meijer, E. (1989). *Scheiding van verkeerssoorten in Flevoland; Criteria en prioriteitsstelling voor scheiding van langzame en snelle motorvoertuigen op secundaire wegen*. Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding ICW, Wageningen.

Minnen, J. van & Catshoek, J.W.D. (1997). *Uniformering voorrangregeling*. R-97-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Newstead, S.V. & Corben, B.F. (2001). *Evaluation of the 1992-1996 Transport Accident Commission funded accident black spot treatment program in Victoria*. Report No. 182. Monash University Accident Research Centre MUARC, Victoria .

Nilsson, G. (2004). *Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*. Bulletin 221. Lund Institute of Technology, Lund.

NIPO (1997). *Trends bezit en gebruik van bestelwagens*. Nederlands Instituut voor de Publieke Opinie en het marktonderzoek NIPO, Amsterdam.

Oei, H.L. & Polak, P.H (1992). *Effect van automatische waarschuwing en toezicht op snelheid en ongevallen: Resultaten van een evaluatie-onderzoek in vier provincies*. R-92-23. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Provincie Zeeland (2002). *Regionale rapportage Duurzaam Veilig fase 2 in Zeeland*. Provincie Zeeland, Directie Infrastructuur en Vervoer, Middelburg.

Reekmans, S., Nuyts, E. & Cuyvers, R. (2004). *Effectiviteit van infrastructurele verkeersveiligheidsmaatregelen; Literatuurstudie, data tot 2003*. Rapport RA-2004-39. Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit, Diepenbeek.

Retting, R.A., Ferguson, S.A. & Hakkert, A.S. (2003). *Effects of red light cameras on violations and crashes: A review of the international literature*. In: Traffic Injury and Prevention, vol. 4, p. 17-21.

Reurings, M.C.B., Wijnen, W. & Vis, M.A. (2009). *VVR-GIS 3.0; Beschrijving en verantwoording van de rekenkern*. R-2009-10. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schagen, I.N.L.G. van, Wegman, F.C.M. & Roszbach, R. (2004). *Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten; Een strategische verkenning*. R-2004-12. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (1994). *Toelichting op de rekenprogramma's 'Besparing slachtoffers bij gebruik van beveiligingsmiddelen'*. D-94-13. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (1996). *Praktijkonderzoek zijafscherming voor vrachtauto's; Een demonstratieproject gericht op praktijk, brandstofbesparing en veiligheid*. R-96-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP. Deel I: Effectiviteit van maatregelen*. D-2000-9 I. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2003a). *Op weg naar een 'Nationaal Programma Veilige Bermen'*. R-2003-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2003b). *Botsingen van het type 'fietser – autofront'. Factoren die het ontstaan en de letselernst beïnvloeden*. R-2003-33. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2006). *Problematiek rechts afslaande vrachtauto's. Een analyse gebaseerd op de ongevallen van 2003 en de nieuwe Europese richtlijnen met ingang van 2007*. R-2006-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Minnen, J. van (1993). *Ongevallen op rotondes II; Tweede onderzoek naar de onveiligheid van rotondes vooral voor fietsers en bromfietsers*. R-93-16. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. & Polak, P.H. (1998). *Normen en eisen voor fietsverlichting, fietszitjes en voor reflectoren; Een voorstel voor de verbetering van kwaliteitseisen voor fietsverlichting en accessoires aan de hand van een door TNO WT opgesteld overzicht van normen en eisen, en een opiniepeiling onder de fietsbranche en (belangen)organisaties*. R-98-25. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C., Wesemann, P. & Roszbach, R. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP. Samenvattend rapport*. D-2000-9. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2001). *Notitie praktijkmetingen aanwezigheid zijafscherming vrachtauto's 1e helft 2001*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam. [interne notitie, niet gepubliceerd]

SWOV (2008). *Fietsvoorzieningen op wegvakken en kruispunten van gebiedsontsluitingswegen*. Factsheet, mei 2008. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009a). *Zone 30: verblijfsgebieden in de bebouwde kom*. Factsheet, januari 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2009b). *Effecten van politietoezicht op het gebruik van beveiligingsmiddelen, bromfietshelmen en op roodlichtovertredingen*. Factsheet, april 2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010a). *Oversteekvoorzieningen voor fietsers en voetgangers*. Factsheet, maart 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2010b). *Autogordels en kinderzitjes*. Factsheet, maart 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

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

TLN (2000). *De evaluatie. Regionale aanpak verkeersveiligheid goederenvervoer*. Transport en Logistiek Nederland, Zoetermeer.

TLN (2002). *Voorkomen is beter dan genezen. Bijdrage van de transportsector aan verkeersveiligheidsdoelen van de overheid voor 2010*. Transport en Logistiek Nederland, Zoetermeer.

TLN (2003). *Transport in cijfers. Editie 2003*. Transport en Logistiek Nederland, Zoetermeer.

TTM (2003). *Inzet boardcomputers lastig te stimuleren*. In: Truck & Transport Management, nr. 9, september 2003.

Twisk, D.A.M., Vlakveld, W.P. & Commandeur, J.J.F. (2007). *Wanneer is educatie effectief? Systematische evaluatie van educatieprojecten*. R-2006-28. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Via Verkeersadvies (2005). *Verkeersveiligheidsanalyses Gemeente Amersfoort*. Via Verkeersadvies, Vught.

Vis, A.A. & Kaal, I. (1993). *Effecten van inrichting tot 30 km/uur-gebieden; Een analyse van letselongevallen in 151 heringerichte gebieden in Nederlandse gemeenten*. R-93-17. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Welleman, A.G. & Dijkstra, A. (1988). *Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden: bijdrage aan de werkgroep 'Bromfietzers op fietspaden?' van de Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek C.R.O.W.* R-88-20. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wesemann, P. (2000). *Verkeersveiligheidsanalyse van het concept-NVVP. Deel 2: Kosten en kosteneffectiviteit*. D-2000-9 II. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Wesemann, P. (2002). *Kosten-baten analyse van "Plan 17"*. Notitie. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam. [niet gepubliceerd]

Wesemann, P. (2003). *Kosten en baten van alcoholcontroles in het verkeer*. In: Justitiële Verkenningen, vol. 29, nr. 9, p. 30-39.

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

Wismans L., Wijnen, W. & Slieker, T. (2008). *Mobiliteitseffecten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Pilot koppeling VVR-GIS met verkeersmodel*. Paper gepresenteerd op het Nationaal Verkeersveiligheidscongres 2008. Goudappel Coffeng & SWOV, Deventer/Leidschendam.

Wouters, P.I.J. & Bos, J.M.J. (2000). *Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders*. In: Accident Analyses and Prevention, vol. 32, nr. 5, p. 643-650.

Berekening reductiepercentages snelheidshandhaving

Voor de berekening van de reductiepercentages voor het maatregelpakket Intensivering handhaving snelheid is gebruik gemaakt van de volgende formule gerekend (Nilsson, 2004; Elvik et al. 2004):

$$X_2 = X_1 R^y$$

waarbij

- X_1 het aantal slachtoffers of ongevallen met snelverkeer op de betreffende wegen vóór invoering van de maatregel
- X_2 het aantal slachtoffers of ongevallen met snelverkeer op de betreffende wegen ná invoering van de maatregel
- R de betreffende reductiefactor op de snelheid (afhankelijk van de gekozen methode en betreffende wegtype)

De machten voor de boven- en ondergrens zijn in onderstaande tabel gegeven naar letselernst en slachtoffer of ongeval (Elvik et al., 2004).

Veiligheidsmaat en ernstgraad	Bovengrens (macht, y)	Ondergrens (macht, y)
Doden	4,1	4,9
Zwaargewonden	2,2	3,8
Lichtgewonden	1,0	2,0
Dodelijke ongevallen	2,4	4,8
Ernstige ongevallen	1,1	3,3
Letselongevallen	1,3	2,7

Tabel B.1. *Boven- en ondergrenzen voor de macht van de reductiefactor, uitgesplitst naar veiligheidsmaat en ernstgraad.*

De reductiefactor voor de betreffende veiligheidsmaat of ernstgraad is gelijk aan R^y . Boven- en ondergrenzen voor de reductiefactor kunnen worden uitgerekend door de boven- en ondergrenzen uit *Tabel B.1* in te vullen. Het reductiepercentage si gelijk aan $100\% \times (1 - R^y)$. Voor de maatregel Intensivering handhaving snelheid zijn op deze manier de reductiepercentages voor doden en ziekenhuisgewonden met een boven- en ondergrens berekend.