

Bermongevallen: karakteristieken, ongevalscenario's en mogelijke interventies

Dr. R.J. Davidse (red.)

R-2011-24

Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies

Resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2011-24
Titel:	Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies
Ondertitel:	Resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen
Auteur(s):	Dr. R.J. Davidse (red.)
Projectleider:	Dr. R.J. Davidse
Projectnummer SWOV:	C03.02
Projectcode opdrachtgever:	VENW/DGMO-2008/2399
Opdrachtgever:	Directoraat-Generaal Mobiliteit, Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Trefwoord(en):	Run off the road (accid); accident; accident rate; accident prevention; statistics; hard shoulder; road user; road traffic; region; Netherlands; SWOV.
Projectinhoud:	Met weginspecties, voertuiginspecties en interviews is in deze studie zo veel mogelijk informatie verzameld over bermongevallen. Het gaat om alle ernstige bermongevallen die gebeurd zijn in de periode september 2009 tot en met oktober 2010 in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden, op 60-, 70-, 80-, en 100km/uur-wegen. Het doel daarvan is inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen. Op basis hiervan kunnen maatregelen worden geselecteerd waarmee vergelijkbare ongevallen in de toekomst kunnen worden voorkomen of waarmee de letselernst van deze ongevallen kan worden teruggedrongen.
Aantal pagina's:	140 + 38
Prijs:	€ 25,-
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2011

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 SWOV-dieptestudie naar bermongevallen. Bij een dieptestudie naar verkeersongevallen wordt zo veel mogelijk informatie verzameld over alle aspecten van het ongeval: de verkeerssituatie, de directe omgeving, de betrokken verkeersdeelnemers, hun voertuigen en de letsels van de inzittenden. Het doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen waarbij automobilisten betrokken zijn. Op basis hiervan kunnen maatregelen worden geselecteerd waarmee vergelijkbare ongevallen in de toekomst kunnen worden voorkomen of waarmee de letselernst van deze ongevallen kan worden teruggedrongen. Dat is wenselijk omdat een derde van alle dodelijke verkeersongevallen een bermongeval is. Daarnaast blijkt dat het aantal dodelijke bermongevallen minder snel daalt dan het totaal aantal dodelijke ongevallen.

Onder een bermongeval verstaan we een ongeval waarbij een weggebruiker in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt. In deze dieptestudie beperken we ons tot bermongevallen waarbij een automobilist in de berm is geraakt. De eindpositie van het voertuig is niet van belang; het voertuig kan in de berm tot stilstand zijn gekomen, in de sloot, tegen een obstakel of boom, maar ook tegen een tegenligger. Het gaat dus niet alleen om eenzijdige of obstakelongevallen, maar ook om frontale of flankongevallen, mits een automobilist in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt.

Dataverzameling

De dieptestudie naar bermongevallen heeft plaatsgevonden in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden. In de periode van 1 september 2009 tot en met 31 oktober 2010 zijn in dit gebied alle bermongevallen met automobilisten geselecteerd die hebben plaatsgevonden op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen. Het betrof in totaal 28 bermongevallen. Het merendeel (25 van de 28 oftewel 89%) van de bermongevallen betrof een enkelvoudig ongeval; de automobilist die in de berm terecht kwam had geen andere verkeersdeelnemer geraakt. Bij drie ongevallen (11%) werd bij het terugsturen uit de berm wel een andere verkeersdeelnemer geraakt: een tegenligger. Deze tegenligger zag wel dat de ander moeite had om zijn voertuig weer onder controle te krijgen, maar kon niet meer op tijd uitwijken om een aanrijding te voorkomen.

Het SWOV-team voor diepteonderzoek heeft voor alle 28 bermongevallen informatie verzameld over de betrokken automobilisten (via interviews), de verkeerssituatie ter plaatse (via wegininspectie), de schade aan de voertuigen (via voertuigininspectie) en/of het eventuele letsel van de inzittenden (via interviews en aanvullende gegevensbestanden).

De interviews werden afgenomen door een psycholoog van het onderzoeksteam. Van alle 31 betrokken bestuurders was 35% bereid gevonden om aan het onderzoek mee te werken. Van de 28 bestuurders die in de berm raakten was 32% bereid om mee te werken; dit waren allen mannen. Daarnaast werkte ook een bijrijder mee aan het onderzoek (in plaats van de

bestuurder). Van de 22 mannelijke bestuurders die in de berm raakten, werkte 41% via een interview of vragenlijst mee aan het onderzoek (zie *Tabel 1*). Van de 6 vrouwelijke automobilisten wilde niemand meewerken aan het onderzoek. Dit betekent dat er over de ongevallen waarbij zij betrokken waren, minder informatie beschikbaar is; dit kan de resultaten van dit onderzoek enigszins kleuren.

Kenmerk	Bestuurders die meewerkten
<i>Geslacht</i>	
Man	9 (41%)
Vrouw	0 (0%)
<i>Leeftijd</i>	
18-24 jaar	3 (50%)
25-39 jaar	2 (17%)
40-59 jaar	2 (33%)
60 jaar of ouder	2 (50%)

Tabel 1. *Aantal en percentage bestuurders die in de berm raakten en meewerkten aan het onderzoek (in de vorm van een interview of vragenlijst).*

Tijdens het interview werd ook gevraagd naar het letsel van de inzittenden. Daarnaast werd toestemming gevraagd om de medische gegevens over het letsel van de inzittenden op te vragen bij het ziekenhuis. Zowel de gerapporteerde letsels als de medische gegevens werden gebruikt om de ernst van het letsel te bepalen.

De inspectie van de ongevalslocaties werd uitgevoerd door een verkeerskundige uit het onderzoeksteam, met ondersteuning van een project-medewerker. Alle ongevalslocaties werden geïnspecteerd. Daarnaast werden ook de betrokken voertuigen geïnspecteerd. Van de 31 voertuigen heeft het team er 25 kunnen inspecteren (81%). De overige voertuigen waren niet meer beschikbaar. Alle betrokken voertuigen waren personenauto's.

Ongeveer de helft van de bestudeerde bermongevallen (54%) vond plaats op een 80km/uur-weg. Dit percentage komt overeen met het aandeel van 80km/uur-wegen in de totale weglengte in Nederland (zie *Tabel 2*). In vergelijking met het aandeel van 80km/uur-wegen in de totale weglengte binnen het onderzoeksgebied is het aandeel bermongevallen op 80km/uur-wegen echter ongeveer twee keer zo groot. Dit duidt erop dat de samenstelling van het wegennet in het onderzoeksgebied niet representatief is voor Nederland: in het onderzoeksgebied liggen relatief weinig 80km/uur-wegen en relatief veel 60km/uur-wegen. Op de aanwezige 80km/uur-wegen vonden echter relatief veel bermongevallen plaats. Op de 60km/uur-wegen vonden – in vergelijking met de weglengte – relatief weinig bermongevallen plaats.

	Bestudeerde bermongevallen (n=28)	Weglengte buiten bebouwde kom (2009)		Alle ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom (2007-2009)	
		Regio	Nederland	Regio	Nederland
60km/uur-wegen	21%	56%	35%	41%	21%
70km/uur-wegen	7%	2%	1%	4%	4%
80km/uur-wegen	54%	29%	56%	28%	53%
100km/uur-wegen	18%	6%	3%	12%	8%
Overige wegen (waaronder 120 km/uur-wegen)	Valt buiten de selectie	7%	5%	15%	15%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 2. Aandeel van de wegtypen buiten de bebouwde kom als locatie van bermongevallen buiten de bebouwde kom, in de totale weglengte buiten de bebouwde kom en in het totaal aantal geregistreerde ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom.

Kenmerken van bermongevallen

Wanneer de totale groep van 28 bermongevallen wordt beschouwd, blijken deze ongevallen vooral vaak plaats te vinden in het weekend, op een 80km/uur-weg en in een bocht (zie Tabel 3). Dit blijkt uit een vergelijking met de verdeling van het totaal aantal ernstige ongevallen in Nederland dat buiten de bebouwde kom plaatsvond en waarbij minimaal één personenauto betrokken was. De bestuurder die in de berm raakt is veelal een man (79%). Daarnaast blijken jonge mannen (18 t/m 24 jaar) als groep oververtegenwoordigd te zijn onder de bestuurders die in de berm raken. Een andere leeftijdsgroep die relatief vaak betrokken is bij bermongevallen is de groep van 30- t/m 39-jarigen.

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal bermongevallen (N=28)
Geslacht	Man (79%)
Leeftijd bestuurder	18-24 jaar (21%), 30-39 jaar (29%), jonge mannen (21%)
Dag en tijdstip	Weekend (57%)
Wegtype	80km/uur-wegen (54%)
Wegsituatie	Bochten (48%)

Tabel 3. Meest voorkomende ongevalskenmerken van bermongevallen.

Van de 28 bestuurders die in de berm raakten, zijn er 18 (64%) gecontroleerd op het gebruik van alcohol. Eén van hen bleek onder invloed van alcohol (bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5 ‰).

Subtypen van bermongevallen

Voor 27 van de 28 ongevallen is het ongevalsproces nader geanalyseerd. Van één ongeval was namelijk te weinig informatie beschikbaar om vast te stellen waar het ongeval had plaatsgevonden. Aangezien van dit zelfde

ongeval ook geen interview beschikbaar was, werd besloten dit ongeval niet nader te analyseren. Bij de nadere analyse is voor elk van de 27 ongevallen getracht na te gaan hoe het ongevalsproces is verlopen en welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop (letsel) van het ongeval. Daarbij is onderscheid gemaakt naar factoren die betrekking hebben op de bestuurder van het voertuig, op het voertuig zelf, op de weg, en op de algemene omstandigheden ten tijde van het ongeval. Alle relevante factoren zijn geselecteerd. Het uitgangspunt bij de analyse was namelijk dat een ongeval het gevolg is van een samenloop van omstandigheden en dat verschillende factoren een rol spelen bij het ontstaan van het ongeval en het letsel.

Nadat alle 27 ongevallen op deze wijze waren beschreven, zijn de ongevallen met een vergelijkbaar ongevalsproces (vergelijkbare aanleiding van het ongeval en vergelijkbare combinatie van factoren) gegroepeerd, zodat groepen van vergelijkbare bermongevallen ontstonden. Vervolgens zijn deze subtypen van bermongevallen beschreven aan de hand van de omstandigheden waarin de ongevallen hadden plaatsgevonden, de bestuurders die erbij betrokken waren en de toegekende ongevalsfactoren. In totaal zijn er vier typen bermongevallen geïdentificeerd, waarna er een restgroep van zes ongevallen overbleef. Over deze zes ongevallen was te weinig informatie beschikbaar om ze goed te kunnen indelen.

In *Tabel 4* zijn de kenmerken van de vier geïdentificeerde typen bermongevallen samengevat. In de middelste kolom is voor elk subtype een beschrijving van het prototypische scenario opgenomen. Dit scenario bevat de grootste gemene deler van alle ongevallen van het betreffende subtype. Het is dus niet een bestaand ongeval, maar een karakteristieke beschrijving van dat type bermongeval.

De ongevalsfactoren die in de rechterkolom van *Tabel 4* staan vermeld, zijn het resultaat van de gezamenlijke besprekingen van alle afzonderlijke ongevallen door het onderzoeksteam. Tijdens deze besprekingen zijn alle relevante factoren geselecteerd die volgens het team hebben bijgedragen aan het ontstaan van een ongeval en het ontstaan van de letsels van eventuele inzittenden van de betrokken voertuigen. Voor het evalueren van de wegfactoren zijn de kenmerken van het dwarsprofiel vergeleken met de richtlijnen van het CROW. Uitdrukkingen als 'te smal' en 'te steil' zijn het resultaat van dergelijke vergelijkingen. Een afwijking van de richtlijn is overigens niet per definitie 'fout' gerekend; het is nooit per definitie een ongevalsfactor. Dat was afhankelijk van het totale verloop van het ongeval. Zo is ook het feit dat iemand een beginnersrijbewijs heeft niet voldoende om het beginnersrijbewijs als factor aan te wijzen. Het specifieke rijgedrag en/of de voertuigbeheersing moet daar dan ook aanleiding toe geven. Het bewijsmateriaal daarvoor was niet altijd voorhanden. Als er reden was om aan te nemen dat een bepaalde factor een rol had gespeeld bij het ongeval, maar het bewijs daarvoor was niet volledig sluitend, dan werd genoteerd dat er twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor. In *Tabel 4* komt dit tot uiting in de marges die achter de ongevalsfactoren vermeld staan. Het eerste (en laagste) getal geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.

Naam subtype (aantal ongevallen en aandeel in het totaal aantal geanalyseerde bermongevallen)	Beschrijving van het prototypische scenario	Meest voorkomende ongevalsfactoren*
Risicovol rijgedrag (n=7; 26%)	Een onervaren, jonge (18-24 jaar) mannelijke bestuurder rijdt tijdens een weekendavond, onder gunstige weg- en weersomstandigheden, met leeftijdgenoten in de auto. Tijdens het rijden neemt hij een risico door in te halen waar dat eigenlijk niet kan of door met grote snelheid een bocht te nemen. Dit risico kan bewust genomen zijn, maar kan ook het gevolg zijn van het overschatten van de eigen rijvaardigheid. De hoge rijsnelheid in de bocht kan samenhangen met het ontbreken van een waarschuwing voor en/of de geleiding van een krappe bocht. De bestuurder verliest vervolgens de controle over het voertuig en botst tegen een obstakel dat binnen de obstakelvrije zone staat die gewenst is bij de snelheidslimiet van de betreffende weg. Als gevolg van het ongeval komt de bestuurder of zijn inzittende te overlijden (met een MAIS van 4 tot 6) of raakt licht tot matig gewond (MAIS van 1 of 2).	<ul style="list-style-type: none"> - Gebrek aan ervaring (57-71%) - Rijsnelheid te hoog (57-71%) - Bocht slecht aangekondigd (43-57%) - Obstakelvrije zone te smal (57%)
Tijdelijk niet in staat om te reageren (n=7; 26%)	Een jonge (tot 40 jaar) of juist oudere (65+) bestuurder rijdt in het weekend bij daglicht en gunstige weg- en weersomstandigheden in een auto. Tijdens het rijden krijgt hij een black-out of valt hij in slaap. De bestuurder – die in de meeste gevallen ook de enige inzittende is – komt pas bij of wordt pas wakker nadat hij in de berm komt of een obstakel raakt. In het eerste geval doet hij nog een poging op de rijbaan terug te komen, maar hij krijgt zijn voertuig niet meer onder controle. Het voertuig komt tot stilstand tegen een boom die binnen de obstakelvrije zone staat die gewenst is bij de snelheidslimiet van de betreffende weg. De kans dat de automobilist in de aanloop tot het ongeval in de berm terechtkomt wordt vergroot doordat de verhardingsbreedte smal is en/of de rechte weg overgaat in een bocht. Als gevolg van het ongeval raakt de bestuurder niet of licht tot matig gewond (MAIS 1 of 2).	<ul style="list-style-type: none"> - Vermoeid (29-57%) - Black-out (29-57%) - Rijstrook te smal (0-43%) - Obstakelvrije zone te smal (43-57%)
Afleiding (n=2; 7%)	Een bestuurder, die bij daglicht en gunstige weg- en weersomstandigheden op een rechte weg rijdt, wordt afgeleid door iets dat naast de weg gebeurt en niets met het verkeer te maken heeft. Hierdoor wijkt zijn koers geleidelijk af en raakt het voertuig in de berm. De bestuurder probeert zijn voertuig weer op de weg te krijgen maar raakt daarbij een object en/of tegenligger en zijn eigen voertuig gaat vervolgens over de kop. Als gevolg van het ongeval raken de inzittenden niet of licht gewond (MAIS 1).	<ul style="list-style-type: none"> - Afleiding (50-100%)
Koers beïnvloed (n=5; 19%)	Een jonge mannelijke of vrouwelijke bestuurder (tot 40 jaar) rijdt op een doordeweekse dag, onder gunstige weg- en weersomstandigheden, alleen in de auto. Tijdens het rijden schrikt hij of zij van iets dat onverwachts gebeurt en met het verkeer te maken heeft. Daarop wijzigt de bestuurder plots zijn of haar koers. De onverwachte factor kan een tegenligger zijn of een dier op de weg, maar kan ook te maken hebben met verblinding door een tegenligger of de zon. De kans op schrikken en plotselinge koerswijziging wordt in sommige gevallen mogelijk vergroot door vermoeidheid of het in gedachten zijn. Na de stuurbeweging belandt het voertuig in de berm en in veel gevallen eindigt het voertuig vervolgens in een sloot. Als gevolg van het ongeval raakt de bestuurder niet of licht gewond (MAIS 1). Uitzondering is een ongeval waarbij het voertuig op de kop in de sloot terechtkwam; dit leidde tot een MAIS van 4.	<ul style="list-style-type: none"> - Mensfactoren onbekend (60%) - Andere weggebruiker (20-80%) - Verblinding (0-40%) - Band (20-40%)

* Het eerste (en laagste) getal tussen haken geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.

Tabel 4. *Samenvatting van de subtypen bermongevallen. De percentages hebben betrekking op het aandeel in het betreffende subtype.*

Bij het doornemen van *Tabel 4* is een aantal patronen te ontdekken.

Risicovol rijgedrag: in het weekend met vrienden in de auto

Jonge mannelijke automobilisten zijn vooral betrokken bij bermongevallen die ontstaan na risicovol rijgedrag (subtype 1). In vergelijking met de andere typen bermongevallen vinden deze bermongevallen relatief vaak in het weekend (71%) en in het donker plaats (71%) en heeft de bestuurder vaker één of meer passagiers in zijn auto (71%). In tegenstelling tot het beeld dat

weleens wordt geschetst, speelde alcohol geen rol bij het ontstaan van deze ongevallen.

In slaap vallen na een drukke werkweek

De bermongevallen die zijn ontstaan nadat een bestuurder – vanwege in slaap vallen of een plotselinge medische conditie – tijdelijk niet in staat was om te reageren (subtype 2), vinden ook veelal in het weekend plaats (71%), maar bij daglicht (86%) en slechts in 29% van de gevallen waren er één of meer passagiers in het voertuig aanwezig. De oorzaak van het in slaap vallen lijkt eerder samen te hangen met werk (nachtdienst, einde van een drukke werkweek) dan met uitgaan.

Uitwijken voor iets of iemand anders

De ongevallen die ontstaan nadat de koers van de automobilist is beïnvloed door een externe factor (subtype 4) vinden juist vaak doordeweeks plaats (80%). Van de automobilisten die betrokken waren bij deze ongevallen was het bekend dat zij uitweken voor een andere weggebruiker of een dier. Er is echter weinig informatie over hun gedrag en gemoedstoestand voorafgaand aan deze uitwijkmanoeuvre. Dit is het gevolg van de gebrekkige medewerking die de betrokken bestuurders aan dit onderzoek verleenden. Daardoor is bijvoorbeeld ook niet bekend of de rijervaring van de automobilist een rol heeft gespeeld bij het in de berm raken.

Bermongevallen in bochten: risico nemen of in slaap vallen

Van de bermongevallen die ontstaan nadat een bestuurder als gevolg van risicovol rijgedrag in de berm raakt (subtype 1), vindt iets meer dan de helft plaats in een bocht (57%). Bij het merendeel van dit type bermongevallen (71%) heeft een te hoge rijsnelheid een rol gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. De geldende snelheidslimiet ligt in vergelijking met de andere typen bermongevallen echter juist relatief laag (86% lager dan 80 km/uur). De te hoge rijsnelheid in bochten (vier ongevallen) hangt bij dit subtype waarschijnlijk deels samen met de slechte aankondiging en geleiding van de betreffende bochten. Een waarschuwing voor en/of bebakening van deze bochten was nodig omdat de boogstraal – ook bij de lage (lokale) snelheidslimiet van 50 km/uur – te krap was.

Bij het ongevalstype 'tijdelijk niet in staat om te reageren' (subtype 2) vond eveneens de helft van de ongevallen plaats in een bocht (43%). Hier speelde een slechte aankondiging en/of bebakening van de bocht echter geen rol. De automobilisten die als gevolg van het 'verlies van het bewustzijn' in de berm raakten hebben de bocht waarschijnlijk in het geheel niet opgemerkt en zijn in de bocht rechtdoor gereden. De automobilisten die 'risico namen' daarentegen, konden de bocht niet houden doordat ze hem verkeerd hadden ingeschat en daardoor met een te hoge snelheid de bocht naderden en/of doordat de boogstraal te krap was gegeven de daar geldende snelheidslimiet.

Ernstige afloop

Ten aanzien van de ernst van de afloop van de ongevallen valt op dat de ongevalstypen 'risicovol rijgedrag' (drie ongevallen met dodelijke afloop) en 'koers beïnvloed' (eenmaal MAIS 4) de ernstigste afloop kennen. Bij het laatstgenoemde type ('koers beïnvloed') wordt deze ernst vooral beïnvloed door één ongeval waarbij een voertuig op de kop in het water was beland. Bij het eerstgenoemde type ('risicovol rijgedrag') heeft eenzelfde situatie

eveneens tot een zeer ernstige afloop geleid. Bij de overige ongevallen met zeer ernstige afloop van het type 'risicovol rijgedrag' werd de ernst van de afloop vooral bepaald door een niet-botsvriendelijk object dat binnen de obstakelvrije afstand stond die gewenst is bij de daar geldende snelheidslimiet.

Voertuig gaat wel of niet over de kop

Ten aanzien van de eindpositie van de voertuigen is het tot slot opvallend te noemen dat bij het type 'risicovol rijgedrag' de helft van de voertuigen over de kop is gegaan of op de kop is geëindigd, terwijl dat bij het type 'tijdelijk niet in staat om te reageren' geen enkele keer het geval was. Op basis van de overige verschillen tussen de karakteristieken van deze subtypen zijn er verschillende verklaringen mogelijk, zoals de hoge rijsnelheid en de onervarenheid enerzijds en het niet ingrijpen anderzijds. De werkelijke reden (of combinatie van redenen) van het verschil is echter niet eenvoudig vast te stellen.

Ongevalsfactoren van bermongevallen in het algemeen

In *Tabel 5* is voor elke categorie van ongevalsfactoren (algemeen, mens, voertuig en weg) aangegeven welke factoren het vaakst een rol speelden in de totale set van 27 geanalyseerde bermongevallen, dus ongeacht het subtype.

Factortypen	Meest voorkomende ongevalsfactoren (% in totaal aantal van 27 geanalyseerde ongevallen) ^a
Algemene factoren	Nat wegdek (4-15%)
	Donker (4-11%)
Mensfactoren	Afleiding (19-30%)
	Te hoge snelheid (15-19%)
	Beginnende bestuurder (11%)
	Vermoeidheid (7-19%)
Voertuigfactoren	Banden (3-11%)
Wegfactoren	Obstakelvrije zone te smal (44-52%)
	Talud te steil (22-26%)
	Semiverharding niet aanwezig (19-26%)
	Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (11-26%)
	Boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (11-15%)
^a Het eerste (en laagste) getal tussen haken geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.	

Tabel 5. *Samenvatting van de meest voorkomende ongevalsfactoren.*

Sommige combinaties van factoren komen relatief vaak voor. De meest prominente combinatie is een te smalle obstakelvrije zone en een te steil talud. Van de twaalf bermongevallen waarbij een te smalle obstakelvrije zone (zeer) waarschijnlijk een rol speelde bij het ontstaan en de afloop, werd bij 50% ook een te steil talud (steiler dan 1:3) als ongevalsfactor

aangemerkt. Dit talud leidde in 67% van de gevallen rechtstreeks naar een lager gelegen sloot (vier ongevallen). Bij twee van de betreffende vier ongevallen leidde dit tot een zeer ernstige afloop (MAIS 4 of 5) als gevolg van (bijna-)verdrinking.

Letsels en letselfactoren

Bij de 27 nader geanalyseerde bermongevallen waren 30 voertuigen betrokken met in totaal 52 inzittenden. Van deze inzittenden is 8% overleden en had 15% een MAIS van ten minste 2 (ernstig verkeersgewond). De resterende groep inzittenden met letsel (29%) had (vermoedelijk) een MAIS van 1. De groep inzittenden zonder letsel was ongeveer even groot (31%). Van 17% van de inzittenden was niet bekend welk letsel zij als gevolg van het bermongeval hebben opgelopen.

De meest voorkomende letselfactoren zijn samengevat in *Tabel 6*.

Letselfactor	Percentage van de 52 inzittenden waarbij deze factor een rol speelde*
Contact met het voertuiginterieur	37%
Voertuig over/op de kop	19%
Snelheid voor impact	10%
Letsel door beveiligingsmiddelen	gordel: 10% airbag: 8%
* Per inzittende kan meer dan één factor zijn toegekend.	

Tabel 6. *Meest voorkomende letselfactoren.*

Het ernstigste letsel (5 inzittenden met een MAIS van 4 of hoger, waaronder 4 verkeersdoden) werd veroorzaakt door contact met niet-botsvriendelijke obstakels (bomen en een lichtmast zonder breek- of afschuifconstructie) en het op de kop in het water raken van het voertuig. De bovengenoemde obstakels waren niet afgeschermd en bevonden zich binnen de 'gewenste' obstakelvrije zone gegeven de snelheidslimiet van de betreffende wegen (CROW, 2004a). Het eveneens niet afgeschermd water bevond zich zelfs binnen de minimale obstakelvrije zone.

De obstakelvrije zone is bedoeld om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen. Binnen deze zone mogen geen obstakels staan die bij aanrijding ernstige schade aan een voertuig en/of letsel aan de inzittenden kunnen veroorzaken (CROW, 2004a). In totaal stond er bij 15 bermongevallen minimaal één niet-botsvriendelijk object binnen de gewenste obstakelvrije zone (zie *Tabel 7*).

De aanwezigheid van een niet-botsvriendelijk object binnen de obstakelvrije zone heeft bij 19 van de in totaal 52 inzittenden (37%) bijgedragen aan het letsel. De aanrijding met het object leidde bijvoorbeeld tot contact met het interieur van het voertuig (bijvoorbeeld portier of voorruit), wat vervolgens tot letsel leidde (zie *Tabel 6*).

Obstakel	Aantal en aandeel voertuigen (n=30)
Boom	7 (23%)
Sloot	5 (17%)
Talud (zonder sloot)	2 (7%)
Lichtmast	1 (3%)
Totaal	15 (50%)

Tabel 7. *Obstakels binnen de gewenste obstakelvrije zone waartegen een voertuig tot stilstand is gekomen of die een rol hebben gespeeld in het ontstaan van letsel. Het aandeel is uitgedrukt als het percentage van de voertuigen betrokken bij de geanalyseerde bermongevallen.*

Ook het over de kop gaan van het voertuig heeft geleid tot contact met het voertuiginterieur. In totaal zijn 11 voertuigen (37%) tijdens het ongeval over de kop gegaan. Van het totaal aantal inzittenden zaten er 21 (40%) in een voertuig dat op de kop landde of over de kop ging. Van twaalf van deze inzittenden was bekend dat ze als gevolg van het ongeval letsel hebben opgelopen. Voor tien van hen (19% van het totaal) werd dit letsel (onder meer) in verband gebracht met het over de kop gaan of op de kop eindigen van het voertuig waarin zij zaten.

Het gebruik van beveiligingsmiddelen kan letsel voorkomen of de ernst reduceren. Van 29 inzittenden (56%) is bekend dat zij de gordel droegen. Bij 26 inzittenden (50%) heeft het dragen van de gordel (zeer) waarschijnlijk bijgedragen aan de reductie van letsel en bij tien van hen droeg de airbag daar ook aan bij. Vijf inzittenden (10%) droegen de gordel niet of konden deze niet dragen omdat deze niet aanwezig was. Van 19 inzittenden was het gordelgebruik onbekend.

Het in werking treden van airbags is eenvoudiger vast te stellen. Van de 52 inzittenden zaten er 43 op een van de voorstoelen van de auto. Dertig van deze voorstoelen (70%) waren voorzien van een of meer airbags. Minder dan de helft van deze airbags (43%) is tijdens het ongeval uitgevouwen. Het percentage airbags dat is uitgevouwen verschilt echter sterk per type bermongeval: van 13% bij de geformeerde 'restgroep' tot 88% bij de bermongevallen die ontstonden op het moment dat een automobilist niet in staat was om te reageren door vermoeidheid of een black-out. Op basis van andere verschillen tussen deze subtypen zijn er twee verklaringen mogelijk voor de variatie in het percentage airbags dat is uitgevouwen:

- 1) Bij het laatstgenoemde subtype is het merendeel van de voertuigen tegen een boom tot stilstand gekomen, terwijl de voertuigen bij de andere genoemde bermongevallen vaker over de kop gaan en in een sloot of onderaan een talud tot stilstand komen. Voorairbags zijn vooral ontworpen voor het opvangen van de botskracht bij een frontale impact en zullen daarom eerder worden geactiveerd bij een aanrijding tegen een boom dan bij het over de kop gaan van een voertuig.
- 2) Bij het laatstgenoemde subtype heeft de bestuurder minder of geen tijd gehad om in te grijpen, waardoor de aanrijding gemiddeld genomen met een hogere snelheid plaatsvindt.

Vergelijking met bevindingen uit andere studies

De resultaten van de onderhavige dieptestudie zijn vergeleken met verschillende andere dieptestudies. De meeste aandacht is daarbij uitgegaan naar een studie die parallel aan de onderhavige dieptestudie en met dezelfde methodiek is uitgevoerd in een andere, meer landelijke regio in Nederland (zie Davidse et al., 2011). In die studie, die in Zeeland werd uitgevoerd, kwamen dezelfde letsel- en ongevalsfactoren naar voren als in de onderhavige studie. Tegelijkertijd heeft de Zeeuwse dieptestudie wel meer verdieping gegeven. Het grotere aantal bermongevallen dat geanalyseerd kon worden en het grotere aantal beschikbare interviews stelde de onderzoekers in staat om een verdere onderverdeling in typen bermongevallen te maken. Daarnaast werd meer inzicht verkregen in de mensgerelateerde ongevalsfactoren. De kennis uit deze Zeeuwse parallelstudie is benut bij de selectie van maatregelen waarmee de geïdentificeerde ongevalspatronen kunnen worden doorbroken. De maatregelen die in dit rapport worden besproken, sluiten aan bij de ongevals- en letsel factoren die in de onderhavige dieptestudie en/of de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd.

Maatregelen om bermongevallen te voorkomen en/of de ernst van de afloop te reduceren

Uit de voorgaande paragrafen is gebleken dat een te smalle obstakelvrije zone een rol speelt bij het ontstaan en/of de afloop van circa 40% van de bermongevallen. Een niet-botsvriendelijk obstakel dat binnen de 'obstakelvrije' zone stond (en daarmee een 'gevaarzone' creëerde), ontnam de bestuurder de gelegenheid om veilig tot stilstand te komen. Een belangrijke maatregel ter voorkoming van bermongevallen en ter reductie van de ernst van het letsel is daarom het verplaatsen of afschermen van obstakels die zich binnen de gewenste obstakelvrije zone bevinden. Dit betekent dat het opvolgen van de bestaande richtlijnen ten aanzien van de obstakelvrije zone, zoals geformuleerd in het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a), hoge prioriteit verdient. Ook met de implementatie van andere infrastructurele maatregelen uit dat handboek is nog veel veiligheidswinst te behalen. Op basis van de ongevalsfactoren die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd leveren de volgende vijf maatregelen uit het handboek naar verwachting de grootste winst (ten opzichte van de overige maatregelen die in het handboek worden genoemd). De volgorde van de maatregelen sluit aan bij de volgorde uit het handboek en is geen indicatie van de effectiviteit:

- rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen;
- geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen;
- obstakels verplaatsen tot buiten de vlucht- en bergingszone en liefst ook buiten de minimale obstakelvrije zone, of deze obstakels geheel verwijderen;
- flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen;
- afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevaarzone.

Elk van deze maatregelen sluit aan op een ongevalsfactor die een rol speelt bij 20 tot 40% van de bermongevallen die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn bestudeerd. In het geval van het

verplaatsen van obstakels moet wel worden vermeld dat in de bovengenoemde dieptestudies bij het bepalen van ongevalsfactoren is uitgegaan van de *gewenste* obstakelvrije zone en niet van de minimale obstakelvrije zone. Om enigszins in de buurt te komen van een reductie van de genoemde 40% van het aantal bermongevallen, zullen de objecten daarom verder van de verharding moeten worden geplaatst dan de breedte van de vlucht- en bergingszone en ook verder dan de minimale obstakelvrije zone gegeven de geldende snelheidslimiet. Overigens is dat gewenst bij alle wegen en niet alleen bij die wegen waar een ongeval heeft plaatsgevonden. Dat geldt ook voor de overige maatregelen.

In aanvulling op de infrastructurele maatregelen die worden behandeld in het *CROW Handboek veilige inrichting van bermen* is ook een aantal 'nieuwe' maatregelen geselecteerd die naar het oordeel van het onderzoeksteam goed aansluiten op de combinaties van ongevalsfactoren die geïdentificeerd zijn in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie. Deze aanvullende maatregelen zijn geïdentificeerd tijdens een brainstorm-bijeenkomst met SWOV-experts van verschillende disciplines (infrastructuur, voertuig, menselijk gedrag). Eén van de aanvullende maatregelen heeft in hoofdzaak betrekking op de inrichting van de weg (wegfactor) en betreft een nadere uitwerking van twee maatregelen uit het bovengenoemde CROW-handboek (horizontaal alignment en/of geleiding van krappe bogen verbeteren). Een aanzienlijk deel van de bochten waarin bermongevallen hebben plaatsgevonden (46% in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie en 86% in Zeeland), had namelijk een boogstraal die te krap was voor de geldende snelheidslimiet (uitgaande van een standaard verkanting van 2,5%). Dergelijke boogstralen dienen aangekondigd en bebakend te worden conform de CROW-richtlijn voor de bebakening en markering van wegen. Uit een inspectie van de aanrijroutes bleek dat 83% respectievelijk 88% van de krappe boogstralen niet conform de richtlijnen was aangekondigd en/of bebakend. Een inspectie van krappe bogen en het – waar nodig – aanpassen van inrichting en/of bebakening is derhalve een nuttige maatregel om het aantal bermongevallen terug te dringen.

De mensgerelateerde ongevalsfactoren die het vaakst zijn toegekend in de onderhavige dieptestudie respectievelijk de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn afleiding (19% en 31%), te hoge rijnsnelheid (15% en 27%), vermoeidheid (7% en 17%), onervaren beginnende bestuurder (11% en 10%) en alcohol (4% en 19%). In alle gevallen speelt een gebrekkige statusonderkenning een belangrijke rol. Statusonderkenning gaat over 'weten wat je kunt, weten hoe gevaarlijk een bepaalde gedraging of verkeerssituatie is en je gedrag daarop aanpassen zodat je veilig aan het verkeer kunt deelnemen'. De statusonderkenning van verkeersdeelnemers kan worden verbeterd via voorlichting en educatie, en door middel van in-voertuigsystemen die feedback geven op het verkeersgedrag of die waarschuwen voor een glad wegdek of onverwachte verkeerssituaties zoals een file of wegwerkzaamheden.

Andere voertuiggeoriënteerde en infrastructurele maatregelen waarmee de invloed van bovengenoemde mensgerelateerde ongevalsfactoren naar verwachting gereduceerd kan worden zijn:

- overdwarse ribbels op de rijstrook voor een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge snelheid);

- akoestische of haptische signalen in het voertuig die waarschuwen voor een te hoge snelheid bij het naderen van een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge rijsnelheid);
- monitoren van de conditie van de bestuurder (vermoeidheid);
- aanvalsplan smalle wegen (afleiding); en
- jongeren-ISA (hoge rijsnelheid van met name jongeren).

Voor een nadere uitwerking van deze maatregelen wordt de lezer verwezen naar *Hoofdstuk 5*.

Een aantal van de bovengenoemde maatregelen komt voort uit de constatering dat bepaalde mensfactoren en wegfactoren dan wel wegkenmerken regelmatig samen voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn afleiding en ongevallen in bochten (Zeeuwse dieptestudie), hoge rijsnelheid en ongevallen in bochten (onderhavige en Zeeuwse dieptestudie), en afleiding en een snelheidslimiet die hoger is dan de limiet die past bij het wegtype, het dwarsprofiel, en de breedte van de obstakelvrije zone (Zeeuwse dieptestudie). De laatste combinatie wijst erop dat bermongevallen als gevolg van afleiding ook voorkomen kunnen worden door het hanteren van snelheidslimieten die passen bij de breedte van het dwarsprofiel en de bijbehorende obstakelvrije zone. In dit rapport wordt deze maatregel omschreven als het ‘aanvalsplan smalle wegen’. Met een passende snelheidslimiet wordt de weggebruiker geïnformeerd over het weggedrag dat bij de weg- en berminrichting past. Met die snelheid heeft de weggebruiker wél voldoende ruimte om te corrigeren voor een afwijkende koers. Voor het afdwingen van de juiste rijsnelheid kan voorlichting worden ingezet. Die voorlichting maakt ook deel uit van het voorgestelde ‘aanvalsplan smalle wegen’.

Ter beperking van letsel als gevolg van het in de berm raken en het over de kop gaan van het voertuig zijn de volgende aanvullende maatregelen voorgesteld:

- sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken;
- airbag en gordel (nog) intelligenter maken;
- abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigstelsel en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole.

Wanneer alle bovengenoemde maatregelen worden ingedeeld naar de fase van het bermongeval waarvoor ze relevant zijn, ontstaat het maatregelenpakket dat in *Tabel 8* is weergegeven. Een deel van deze maatregelen is overgenomen uit het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a) en betreft de implementatie van bestaande richtlijnen (in *Tabel 8* te herkennen aan de tekst ‘[Richtlijn]’). De naleving van deze richtlijnen kan worden verbeterd met behulp van audits en verkeersveiligheidsinspecties. Deze instrumenten dienen bij voorkeur verankerd te zijn in een kwaliteitssystem. De overige maatregelen zijn innovatiever van aard (‘[Innovatie]’). Voordat deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd, zal eerst nader onderzoek moeten worden verricht naar de haalbaarheid en effectiviteit ervan.

Invalshoek preventieve maatregel	Omschrijving van de maatregel
Voorkomen dat automobilisten van de rijbaan raken	Rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen. (W) [Richtlijn]
	Geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen. (W) [Richtlijn]
	Inspectie van krappe bogen en hun bebakening. (W) [Richtlijn]
	Overdwarse ribbels aanbrengen op de rijstrook voor de bocht. (W) [Innovatie]
	Voertuigstelsel dat een akoestisch of haptisch signaal geeft als de bestuurder in aanloop naar een bocht te hard rijdt. (V) [Innovatie]
	Voertuigstelsel dat de staat van de bestuurder monitort. (V) [Innovatie]
	ISA voor jonge beginnende automobilisten. (V + M) [Innovatie]
	Voorlichting gericht op afleiding in het verkeer. (M) [Aanpassing van bestaande maatregel]
	Voorlichting over routekeuze bij winterse omstandigheden. (M) [Innovatie]
Ruimte en tijd creëren voor correctie	Statusonderkenning van automobilisten verbeteren (M) [Innovatie]
	Aanvalsplan smalle wegen. (W) [Innovatie]
	Obstakels verplaatsen tot buiten de gewenste obstakelvrije zone of deze obstakels geheel verwijderen. (W) [Richtlijn]
	Flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen. (W) [Richtlijn]
Kans op ernstig letsel minimaliseren	Afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarenzone. (W) [Richtlijn]
	Sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken. (W) [Innovatie]
	Wielklemconstructie toepassen in bochten met een krappe boogstraal. (W) [Richtlijn]
	Abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigstelsel en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole. (V) [Innovatie]
	Gordels en airbags (nog) intelligenter maken. (V) [Innovatie]

Tabel 8. *Maatregelen ter preventie van bermongevallen*
(W = gericht op weginrichting, M = gericht op mens, V = gericht op voertuig).

Summary

Run-off-road crashes: characteristics, crash scenarios and possible interventions; Results of an in-depth study of run-off-road crashes on 60, 70, 80 and 100 km/h roads

This report presents the results of a SWOV in-depth study of run-off-road crashes. In an in-depth study of road crashes all possible information is collected about all aspects of the crash: the traffic conditions, the immediate environment, the road users who are involved, their vehicles, and the injuries that have been sustained by the vehicle occupants. The purpose of the present research is to gain insight in the factors and circumstances that have an influence on the occurrence and the outcome of run-off-road crashes. This will provide a basis for the selection of measures that can prevent similar crashes in future or reduce the injury severity of these crashes. This is advisable because one third of all fatal road crashes are run-off-road-crashes. Furthermore, the number of fatal run-off-road crashes does not decline as rapidly as the total number of fatal crashes.

Run-off-road crashes are defined as crashes in which one of the motor vehicles that are involved runs off the road in the initial phase of the crash. This in-depth study limits itself to those run-off-road crashes in which a driver hit the verge. The end position of the vehicle is not important; the vehicle may have come to a stop on the verge, in a ditch, against an obstacle or tree, but it may also have crashed into an approaching vehicle. Therefore, run-off-road crashes are not only single-vehicle crashes or obstacle crashes; they can also be frontal or lateral collisions provided that one of the involved vehicles ran off the road in the initial phase of the crash.

Data gathering

The in-depth study into run-off-road crashes was carried out in two Dutch police regions: Haaglanden and Hollands Midden. In this area all run-off-road crashes involving drivers were selected that had occurred on 60, 70, 80 and 100 km/h roads during the period 1 September 2009 to 31 October 2010. These formed a total of 28 run-off-road crashes. The majority of the run-off-road crashes, 25 out of 28 (89%) were single-vehicle crashes; the driver who hit the verge had not been in contact with another road user. In three of the crashes (11%) an oncoming vehicle was hit when the driver attempted to steer the vehicle back onto the road. Although the driver of the oncoming vehicle did see that the other driver had trouble regaining control of his vehicle, it was too late to swerve and avoid a crash.

For all 28 run-off-road crashes the SWOV research team for in-depth studies gathered information about the drivers who were involved (using interviews), about the traffic conditions (using road inspections), about the damage to the vehicles (using vehicle inspections) and/or about the injury that may have been sustained by the vehicle occupants (using interviews and supplementary data files).

The interviews were conducted by a psychologist on the research team. Of the 31 drivers, 35% were willing to take part in the study. Of the 28 drivers

who had hit the verge, 32%, all of them male, were willing to take part. In addition, one co-driver took part in the study instead of the driver. Of the 22 male drivers who had hit the verge, 41% participated in the study through an interview or questionnaire (see *Table 1*). Not one of the six female drivers was willing to participate in the study. This means that less information is available about the crashes they were involved in; this may slightly affect the findings of the present study.

Characteristic	Drivers cooperating
Sex	
Male	9 (41%)
Female	0 (0%)
Age	
18-24	3 (50%)
25-39	2 (17%)
40-59	2 (33%)
60 or older	2 (50%)

Table 1. Number and percentage of drivers who had hit the verge and who participated in the study by means of an interview or questionnaire.

During the interview, questions were also asked about the injuries that had been sustained by the occupants. In addition, their permission was asked to retrieve medical information about the occupants' injuries from the hospital. Both the self-reported injuries and the medical data were used to determine the injury severity.

The inspections of the crash locations were carried out by a traffic engineer on the research team, supported by a project assistant. All of the crash locations were inspected. The involved vehicles were also inspected. This could be done for 25 of the 31 vehicles (81%). The other vehicles were no longer available. All involved vehicles were passenger cars.

Approximately half of the studied run-off-road crashes (54%) occurred on an 80 km/h road. This percentage agrees with the proportion of 80 km/h roads in the total road length in the Netherlands (see *Table 2*). However, in relation with the share of 80 km/h roads in the area that was studied, the proportion of run-off-road crashes is about twice as large. This indicates that the composition of the road network in the area studied is not representative for the Netherlands: the area has relatively few 80 km/h roads and relatively many 60 km/h roads. On the 80 km/h roads in the area, however, relatively many run-off-road crashes occurred. In comparison with the road length, relatively few run-off-road crashes happened on the 60 km/h roads.

	Studied run-off-road crashes (n=28)	Rural road length (2009)		All serious crashes in rural areas involving a passenger car (2007-2009)	
		Region	Netherlands	Region	Netherlands
60 km/h roads	21%	56%	35%	41%	21%
70 km/h roads	7%	2%	1%	4%	4%
80 km/h roads	54%	29%	56%	28%	53%
100 km/h roads	18%	6%	3%	12%	8%
Other roads (including 120 km/h roads)	Not included in the selection	7%	5%	15%	15%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Table 2. Proportions of the rural road types as location for run-off-road crashes in rural areas, in the total road length and in the total number of registered serious crashes in rural areas involving passenger cars.

Characteristics of run-off-road crashes

When the entire group of 28 run-off-road crashes is considered, these crashes are often seen to occur in the weekend, on an 80 km/h road, and in a bend (see Table 3). This is shown by comparison with the distribution of all serious crashes on rural roads in the Netherlands in which at least one passenger car was involved. The driver running off the road is often male (79%). Furthermore, as a group young men (aged 18-24) are overrepresented among drivers running off the road. Another group of drivers who are relatively often involved in run-off-road crashes are men aged 30 - 39.

Characteristic	Proportion (%) in the number of run-off-road crashes (N=28)
Sex	Male (79%)
Age driver	18-24 (21%), 30-39 (29%), young males (21%)
Day and time of day	Weekend (57%)
Road type	80 km/h roads (54%)
Road characteristic	Bends (48%)

Table 3. Most frequent characteristics of run-off-road crashes.

Of the 28 drivers who were involved in run-off-road crashes, 18 (64%) were checked for alcohol. One of them appeared to be above the legal level (a blood alcohol concentration of more than 0.5 ‰).

Subtypes of run-off-road crashes

The crash process was analysed in more detail for 27 of the 28 crashes, as there was not sufficient information to determine at which location one of the crashes had occurred. Because an interview was not present either, this crash was excluded from further analysis. For each of the 27 crashes that were studied in detail, the in-depth research team tried to determine the

course of events and which factors had played a role in the occurrence of the crash and possible injuries. A distinction was made between factors related to the driver of the vehicle, to the vehicle itself, to the road, and to general conditions at the time of the crash. All relevant factors were selected, as the starting point of the analysis was the assumption that a crash is the consequence of a confluence of events and that multiple factors play a role in the causation of crash and injury.

After all 27 crashes had been described in this manner, the crashes with similar crash processes (comparable causation and combination of contributory factors) were grouped into types of run-off-road crashes. Next, these types of run-off-road crashes were described based on the circumstances in which the crashes had taken place, the drivers who were involved and the contributory crash factors. A total of four types of run-off-road crashes were identified, leaving a remainder of six crashes. Too little information was available about these crashes to allow categorisation.

In *Table 4*, the characteristics of these four types of run-off-road crashes have been summarized. The middle column gives a description of the prototypical scenario for each subtype. This scenario contains the greatest common factor of all crashes of that specific subtype. This means that it is not a real crash, but a description by characteristics of that specific type of run-off-road crash.

The contributory crash factors that are given in the right-hand column of *Table 4* are the result of the deliberation of every single crash by the SWOV in-depth research team. During these deliberations, all relevant factors were selected that according to the team had contributed to the occurrence of the crash and the injury of the occupants of the vehicles involved. To evaluate the factors relating to the road, the characteristics of the cross-sectional profile were compared with the guidelines that have been drawn up by CROW, the Dutch Information and Technology Platform for Transport, Infrastructure and Public Space. Expressions like 'too narrow' and 'too steep' are the result of such comparisons. A departure from the guidelines was not necessarily labelled as being 'wrong'; it is never automatically a contributory crash factor. This was dependent on the entire course of the crash. Similarly, the fact that someone is a novice driver and holds a beginner's licence, is not sufficient reason to select the beginner's licence as one of the contributory factors. Driving behaviour and/or vehicle control must also give reason to do so. However, there was not always enough evidence to support this. If there was reason to assume that a certain factor had played a role in the crash, but evidence was not entirely conclusive, doubts about the validity of that factor were reported. In *Table 4* this is shown by the margins that are given behind the contributory crash factors. The first (and lowest) figure indicates in which percentage of the crashes the contributory crash factor (almost) certainly played a role. The second percentage also includes those crashes in which there was some doubt about the validity of that specific factor.

Subtype (number of crashes and their share of the total number of analysed run-off-road crashes)	Description of the prototypical scenario	Most frequent crash factors*
Risky driving behaviour (n=7; 26%)	A young novice male driver (18-24 years old) is driving on a weekend night, under favourable road and weather conditions, with age-peer passengers. While driving he takes a risk by overtaking at a location where this actually is dangerous, or by taking a bend at high speed. This risk-taking may be intentional, but it can also be the result of overestimation of one's driving skills. The high driving speed while taking a bend could be caused by a warning that is lacking and/or guidance in a tight bend. Next, the driver loses control of the vehicle and crashes into an object that is situated within the obstacle-free zone that is required for a road with that particular speed limit. As a consequence of the crash the driver or his occupant sustains fatal injury (with a MAIS of 4 to 6) or sustains minor to moderate injury (MAIS of 1 or 2).	<ul style="list-style-type: none"> - Lack of experience (57-71%) - Driving speed too high (57-71%) - Bend not well-announced (43-57%) - Obstacle-free zone too narrow (57%)
Temporary inability to react (n=7; 26%)	A young (under 40) or, on the contrary, older (65+) driver is driving a passenger car on a weekend day during daylight and under favourable road and weather conditions. While driving he is struck by a black-out or he falls asleep. The driver – in most cases a single occupant – does not regain consciousness or wake up until he hits the verge or an obstacle. In the first case he still makes an attempt to get the vehicle back on the road, but fails to regain control. The vehicle comes to a standstill against a tree that is situated within the obstacle-free zone that is required for a road with that particular speed limit. The risk that the driver hits the verge in the initial phase of the crash increases because the road surface is too narrow and or because the straight road changes into a bend. As a consequence of the crash the driver is not injured or sustains minor to moderate injury (MAIS of 1 or 2).	<ul style="list-style-type: none"> - Fatigue (29-57%) - Black-out (29-57%) - Lane too narrow (0-43%) - Obstacle-free zone too narrow (43-57%)
Distraction (n=2; 7%)	A driver, who is driving on a straight road during daylight and under favourable road and weather conditions is distracted by something that happens at the side of the road and has nothing to do with traffic. This causes a gradual deflection from the course and the vehicle hits the verge. The driver tries to steer the vehicle back onto the road, but hits an object and/or oncoming vehicle which causes his vehicle to roll over. As a consequence of the crash the occupants are not injured or sustain minor injury (MAIS 1).	<ul style="list-style-type: none"> - Distraction (50-100%)
Swerving (n=5; 19%)	A young male or female driver (under 40 years of age), the sole occupant of the car, is driving on a weekday under favourable road and weather conditions. While driving he or she is frightened by an unexpected occurrence in traffic. This causes the driver to suddenly change course. The unexpected factor can be an oncoming vehicle or an animal in the road, but can also be in the form of being blinded by an oncoming vehicle or the sun. The risk of being frightened followed by a sudden course change may in some cases be increased by fatigue or being deep in thought. After the sudden steering, the vehicle hits the verge and in many cases ends up in a gully (water channel). As a consequence of the crash, the occupants are not injured or sustain minor injury (MAIS 1). An exception is a crash in which the vehicle landed in a river upside down; this resulted in a MAIS of 4.	<ul style="list-style-type: none"> - Human factors unknown (60%) - Other road user (20-80%) - Glaring (0-40%) - Tyre (20-40%)
* The first (and lowest) figure in brackets indicates the percentage of crashes in which the contributory crash factor (almost) certainly played a role. The second percentage also includes those crashes about which there was some doubt about the validity of that particular factor.		

Table 4. Summary of the subtypes of run-off-road crashes. The percentages refer to the proportion in the subtype in question.

When Table 4 is studied, a number of patterns can be distinguished.

Risky driving behaviour: in the weekend having friends in the car

Young male drivers are particularly involved in run-off-road crashes which occur after risky driving behaviour (subtype 1). In comparison with the other types of run-off-road crashes these crashes relatively often occur in the weekend (71%) and in the dark (71%) and the driver relatively often has one or more passengers in his car (71%). Contrary to the picture that is sometimes drawn, alcohol did not play a role in these crashes occurring.

Falling asleep after a busy working week

The run-off-road crashes that occurred after a driver was temporarily unable to react due to falling asleep or a sudden medical condition (subtype 2), also frequently occur in the weekend (71%), but during daylight (86%) and only in 29% of the cases were one or more passengers present in the car. The falling asleep seems to be related more with work (night shift, end of a busy week) than with going out.

Swerving to avoid something or someone else

The run-off-road crashes that occur after the driver has changed course due to an external factor (subtype 4) often happen on a weekday (80%). The drivers who were involved in these crashes are known to have changed course to avoid another road user or an animal. However, there is little information about their behaviour or mental condition previous to the course change. The explanation can be found in the limited cooperation in the study by the drivers involved. Therefore, one of the matters that are unclear is whether driving experience was a factor in hitting the verge.

Run-off-road crashes in bends: risk taking or falling asleep

Just over half of the run-off-road crashes that occur after a driver hits the verge due to risky behaviour (subtype 1), happens in a bend (57%). In the majority of this type of run-off-road crashes (71%) too high a driving speed played a role in the occurrence of the crash. At the same time, the speed limit in force is relatively low (86% lower than 80 km/h). In this subtype, the speeding in bends (four crashes) is probably partly related with poor warning and guidance in the bends. A warning for and/or delineation of these bends was necessary because the radius was too tight, even at the low local speed limit of 50 km/h.

Also for the crash type 'temporary inability to react' (subtype 2) half of the crashes occurred in a bend (43%). In these crashes, however, poor warning and/or delineation of the bend did not play a role. The drivers who ran off the road due to 'loss of consciousness' probably did not notice the bend at all and went straight ahead instead. The drivers who 'took a risk', on the other hand, lost control in the bend because they made an incorrect assessment of the bend and therefore approached the bend at too high a speed and/or because the radius was too tight for the local speed limit.

Serious consequences

Regarding the seriousness of the crashes it is striking that the crash types 'risky driving behaviour' (three fatal crashes) and 'changing course' (one MAIS 4) have the most serious consequences. In the latter of these two types ('changing course') the severity is especially influenced by one crash in which the car landed in water upside down. In the other type ('risky driving behaviour'), a similar situation also ended very seriously. In the remaining very serious crashes of the type 'risky driving behaviour', the severity of the consequences was mainly determined by a not collision-friendly object within the obstacle-free zone that is desirable for the local speed limit.

Vehicle does or does not roll over

Regarding the end position of the vehicles, it is striking that half the vehicles rolled over or ended upside down in crashes of the type 'risky driving behaviour', whereas this did not happen on any single occasion in crashes of the type 'temporary inability to react'. On the basis of the other differences

between the characteristics of these subtypes several explanations are possible, such as the high driving speed and the driver being inexperienced on the one hand, and failing to act on the other. However, the actual reason (or combination of reasons) is not easily established.

Contributory crash factors of run-off-road crashes in general

For each category of contributory factors (general, human, vehicle and road), *Table 5* indicates which factors most frequently played a role in the total set of 27 analysed run-off-road crashes, irrespective of subtype.

Type of factor	Most frequent contributory crash factors (% of total number of 27 analysed crashes) ^a
General factors	Wet road surface (4-15%)
	Darkness (4-11%)
Human factors	Distraction (19-30%)
	Driving speed too high (15-19%)
	Novice driver (11%)
	Fatigue (7-19%)
Vehicle factors	Tyres (3-11%)
Road factors	Obstacle-free zone too narrow (44-52%)
	Slope too steep (22-26%)
	No semi-hard shoulder (19-26%)
	Traffic lane and/or hard shoulder too narrow (11-26%)
	Bend: curve radius too tight and not announced or delineated correctly (11-15%)
^a The first (and lowest) number in brackets indicates the percentage of crashes in which the contributory crash factor (almost) certainly played a role. The second percentage also includes those crashes about which there was some doubt about the validity of that particular factor.	

Table 5. *Summary of the most frequent contributory factors in crashes.*

Some factors co-occur relatively frequently. A too narrow obstacle-free zone and a too steep slope is the most prominent combination. In 50% of the twelve run-off-road crashes in which a too narrow obstacle-free zone (most) probably played a role in the occurrence and consequences of the crash, too steep a slope (steeper than 1:3) was also considered to be a contributory crash factor. In 67% of the cases this slope led straight to a water channel (four crashes). In two of these four crashes this had very serious consequences (MAIS 4 or 5) due to (near) drowning.

Injury and injury factors

In the 27 run-off-road crashes that were analysed in detail, 30 vehicles were involved with a total of 52 occupants. Of these occupants, 8% sustained fatal injury and 15% had a MAIS of at least 2 (serious road injury). The remaining occupants who had sustained injury, 29%, (probably) had a MAIS of 1. The group of occupants without injury was about the same size, 31%. Of 17% of the occupants the injury sustained in the crash was unknown.

The most frequent injury factors have been summarized in *Table 6*.

Injury factor	Percentage of the 52 vehicle occupants for whom this factor played a role *
Contact with the interior of the vehicle	37%
Vehicle rolling over/upside down	19%
Speed before impact	10%
Injury caused by safety devices	seat belt: 10% airbag: 8%
* More than one factor can be attributed to an occupant.	

Table 6. *Most frequent injury factors.*

The most serious injury (5 occupants with a MAIS of 4 or higher, including 4 road fatalities) was caused by contact with obstacles that are not collision-friendly (trees and a lighting pole without breakaway or shear off construction) and the vehicle landing in water upside down. The obstacles mentioned above were not fenced off and were located within the desired obstacle-free zone given the speed limit on the roads concerned (CROW, 2004a). The water, which was not fenced off either, was even located within the minimally required obstacle-free zone.

The obstacle-free zone is intended to give the road user the opportunity to come to a safe stop at the current speed limit. This zone should not contain obstacles that can cause serious damage to a vehicle and/or injury to the occupants (CROW, 2004a). In 15 of the 27 run-off-road crashes at least one not collision-friendly object was present within the desired obstacle-free zone (see *Table 7*).

The presence of a not collision-friendly object within the obstacle-free zone was partly responsible for the injury of 19 of the 52 occupants (37%) involved. The crash into the object led, for example, to contact with the interior of the vehicle (e.g. door or windscreen), which then resulted in injury (see *Table 6*).

Obstacle	Number and percentage of vehicles (n=30)
Tree	7 (23%)
Gulley	5 (17%)
Slope (without gulley/ditch)	2 (7%)
Lighting pole	1 (3%)
Total	15 (50%)

Table 7. *Obstacles within the desired obstacle-free zone against which a vehicle has come to a stop or which have played a role in sustaining injury. The proportion is expressed as the percentage of the vehicles that were involved in the run-off-road crashes that were analysed.*

The vehicle rolling over also caused contact with the interior of the vehicle. A total of 11 vehicles (37%) rolled over during the crash. Of the total number of occupants, 21 (40%) travelled in a vehicle that rolled over or turned upside down. Twelve of these occupants are known to have sustained injury in the crash. For ten of them (19% of the total) their injury was (partly) attributed to the rolling over or turning upside down of the vehicle in which they travelled.

The use of safety devices can prevent injury or reduce its severity. Twenty-nine of the occupants (56%) are known to have worn a seat belt. The fact that a seat belt was used (most) probably contributed to the reduction of injury for 26 occupants (50%), and for ten of them the airbag also contributed. Five occupants (10%) did not use a seat belt or were unable to use it because it was not present. For 19 occupants it is unknown whether or not a seat belt was worn.

It is easier to establish whether airbags were operational. 43 of the 52 occupants travelled in one of the front seats of the vehicle. Thirty of these front seats (70%) were fitted with one or more airbags. Less than half of the airbags (43%) unfolded during the crash. However, the percentages of airbags that unfolded differ largely between the types of run-off-road crashes: from 13% in the group of 'others' to 88% in the group of run-off-road crashes that occurred because a driver was unable to react due to fatigue or a black-out. Other differences between these two subtypes provide a basis for two possible explanations for the variance in the percentages of airbags that unfolded:

- 1) In the latter subtype of run-off-road crashes the majority of the vehicles crashed into a tree, whereas in the other subtypes more of the vehicles rolled over and came to a standstill in a gully (water channel) or at the bottom of a slope. Front airbags are mainly intended to absorb the impact force in frontal crashes and will therefore be more readily activated in a crash against a tree than in a vehicle rolling over.
- 2) In the latter subtype of run-off-road crashes the driver has had little or no time to act and therefore the crash generally occurred at a higher speed.

Comparison with findings in other studies

The results of the present in-depth study have been compared with the results of other in-depth studies. Most attention was paid to a study which, using the same methodology, was carried out parallel to the present in-depth study in another, more rural region in the Netherlands (see Davidse et al., 2011). That study, which was carried out in the Province of Zeeland, found the same injury and contributory crash factors as were found in the present study. At the same time, the Zeeland in-depth study provided deeper insight. The greater number of run-off-road crashes that could be analysed and the greater number of interviews that were available allowed the researchers to make a more detailed subdivision of the types of run-off-road crashes. In addition, the study deepened the understanding of the human-related contributory crash factors. The knowledge from this parallel study in Zeeland has been utilized in the process of selecting measures that can be used to break through the crash patterns that have been identified. Therefore, the measures that are discussed in this report are in keeping with the crash and injury factors that have been identified in the present study and/or in the parallel Zeeland study.

Measures to prevent run-off-road crashes and/or reduce the severity of the outcome

The previous sections indicated that an obstacle-free zone that is too narrow plays a role in the occurrence of about 40% of the run-off-road crashes. A not collision-friendly obstacle within the 'obstacle-free' zone created a 'danger zone', and deprived the driver from coming to a safe standstill. An important measure to prevent run-off-road crashes and to reduce injury severity is, therefore, moving or fencing off obstacles that are positioned in the obstacle-free zone. This means that priority should be given to following the guidelines with regard to obstacle-free zones, as described in the *CROW Handbook for the safe layout of roadsides* (CROW, 2004a). The implementation of other infrastructural measures described in this handbook will also improve safety. Based on the contributory crash factors that were discussed in the present in-depth study and the Zeeland in-depth study, the following five measures from the handbook are expected to be the most effective in reducing the number of run-off-road crashes (compared with the other measures that are presented in the handbook). The measures are listed in the order used by the handbook, which is not an indication of effectiveness:

- implement speed enforcement and/or lower the speed limit;
- apply a profiled, acoustic edge marking or install rumble strips on the hard shoulder;
- move obstacles to outside the emergency and recovery zone, and preferably also outside the minimally required obstacle-free zone, or remove these obstacles altogether;
- make slopes, ditches, and banks of gulleys more gentle, and apply round tops and foots;
- apply safety barriers that lead to lower injury severities than driving into the danger zone.

Each of these measures relates to a contributory crash factor that plays a role in 20 to 40% of the run-off-road crashes that were studied in the present in-depth study and in the parallel Zeeland study. For the moving of obstacles it must be noted that in the above-mentioned in-depth studies, the team had the *desired* obstacle-free zone in mind when selecting the obstacle-free zone as a contributory factor, and not the minimally required obstacle-free zone. To get anywhere close to the above-mentioned 40% of the total number of run-off-road crashes, the objects will therefore need to be placed further from the pavement than the width of the emergency and recovery zone, and also further than the minimally required obstacle-free zone for the design speed at that location. This is advisable for all roads and not only for those roads where crashes occurred. The latter advice also pertains to the other measures.

In addition to the infrastructural measures that are discussed in the *CROW Handbook for the safe layout of roadsides*, a number of 'new' measures has been selected which, in the opinion of the in-depth team, fit the combinations of contributory factors that were identified in the present study and in the parallel Zeeland study. These supplementary measures were selected in a brainstorm session with SWOV experts on different disciplines (infrastructure, vehicle, human behaviour). One of the supplementary measures mainly focuses on the road layout (road factor) and is an elaboration of two measures from the above-mentioned CROW handbook (horizontal alignment and/or improving the delineation of tight bends). An

important part of the bends in which run-off-road crashes had occurred (46% in the research area of the present study and 86% in the province of Zeeland), had a bend radius that was too tight for the speed limit (assuming a standard superelevation of 2.5%). Such bend radii must be delineated in accordance with the CROW guideline for the marking and signposting of roads. An inspection of the approach roads indicated that 83% and 88% respectively of the tight bend radii were not delineated in accordance with the guidelines. An inspection of tight bends and – wherever necessary – adaptation of the layout and/or marking and signposting of these bends is therefore a useful measure to reduce the number of run-off-road crashes.

The contributory factors which relate to human behaviour and were most frequently identified in the present study and in the parallel Zeeland study are distraction (19% and 31%), speeding (15% and 27%), fatigue (7% and 17%), young novice driver (11% and 10%) and alcohol use (4% and 19%). In all cases, poor state awareness plays an important role. State awareness is about 'knowing what you are capable of doing, knowing the dangers of certain behaviour or traffic situations and adjusting your behaviour to allow safe traffic participation'. The state awareness of road users can be improved by public information and education, and by making use of in-vehicle information systems that provide feedback about traffic behaviour or warnings about a slippery road surface or unexpected traffic conditions like a traffic jam or roadworks.

Other measures aimed at vehicle and infrastructure that are expected to reduce the influence of the above-mentioned contributory factors which are related to human behaviour are:

- transverse ridges on the traffic lane on the approach of a bend (distraction, fatigue and/or speeding);
- acoustic or haptic signals inside the vehicle that warn when the driving speed is too high for the bend one is approaching (distraction, fatigue and/or speeding);
- monitoring of the driver's condition (fatigue);
- plan of attack for narrow roads (distraction); and
- young drivers-ISA (speeding).

A more detailed description of these measures can be found in *Chapter 5*.

A number of the above measures were selected based on the fact that certain human and road related factors or road characteristics often co-occur. Examples are distraction in combination with crashes in bends (Zeeland in-depth study), high speeds and crashes in bends (present in-depth study and Zeeland in-depth study), and distraction in combination with a speed limit that is higher than what is suitable for that road type, cross section, and the width of the obstacle-free zone (Zeeland in-depth study). This latter combination indicates that run-off-road crashes in which distraction played a role, can also be prevented by using speed limits that are in accordance with the width of the cross section and the accompanying obstacle-free zone. In the present report, this is referred to as the 'plan of attack for narrow roads'. A suitable speed limit informs the driver about the road user behaviour that is suitable for the layout of road and roadside. At this speed, drivers will have sufficient time to correct for a deviation from their course. Public information can be used to enforce the correct driving speed. This public information is also part of the proposed 'plan of attack for narrow roads'.

To reduce injury as a consequence of running off the road, and rollovers the following supplementary measures are advised:

- cover gulleys and ditches with a cattle grid or use different means to level them out;
- make airbag and seatbelt (even) more intelligent;
- prevent abrupt steering with a vehicle system that is yet to be developed and stimulate use of the already developed electronic stability control.

If all the above measures are classified by the phase of the run-off-road crash they are relevant for, this results in the set of measures that is shown in *Table 8*. Part of these measures are taken from the *CROW Handbook for the safe layout of roadsides* (CROW, 2004a) and concern the implementation of existing guidelines (in *Table 8* indicated by the text '[Guideline]'). Compliance with the guidelines can be improved by using audits and road safety inspections. Preferably these instruments will be incorporated in a quality assurance system. The other measures are of a more innovative nature ('[Innovation]'). Further research into their feasibility and effectiveness will need to be carried out before these measures can be implemented.

Scope of preventive measure	Description of the measure
Prevent drivers leaving the road	Implement speed enforcement and/or lower the speed limit. (R) [Guideline]
	Apply a profiled, acoustic edge marking or install rumble strips on the hard shoulder. (R) [Guideline]
	Inspection of tight bends and their delineation. (R) [Guideline]
	Apply transverse ridges to the traffic lane on the approach of a bend. (R) [Innovation]
	In-vehicle system that gives an acoustic or haptic signal if the driving speed is too high for the bend one is approaching. (V) [Innovation]
	In-vehicle system that monitors the driver's condition. (V) [Innovation]
	ISA for young novice drivers. (V + M) [Innovation]
	Public information about distraction in traffic. (M) [Adaptation of present measure]
	Public information about route choice in wintry weather conditions. (M) [Innovation]
Create time and space for correction	Improve drivers' state awareness. (M) [Innovation]
	Plan of attack for narrow roads. (R) [Innovation]
	Move obstacles to outside the emergency and recovery zone, and preferably also outside the minimally required obstacle-free zone, or remove these obstacles altogether. (R) [Guideline]
	Make slopes, ditches, and banks of gulleys more gentle, and apply round tops and foots. (R) [Guideline]
Minimize the risk of serious injury	Apply safety barriers that lead to lower injury severities than when driving into the danger zone. (R) [Guideline]
	Cover gulleys and ditches with a cattle grid or use different means to level them out. (R) [Innovation]
	Apply wheel clamp construction (type of safety barrier) in bends with a tight bend radius. (R) [Guideline]
	Prevent abrupt steering with a vehicle system that is yet to be developed and stimulate use of the already developed electronic stability control. (V) [Innovation]
	Make airbags and seatbelts (even) more intelligent. (V) [Innovation]

Table 8. Measures for the prevention of run-off-road crashes. (R = related to road, M = related to man, V = related to vehicle).

Inhoud

Voorwoord	31
1. Inleiding	33
1.1. Onderzoekskader	33
1.2. Doel van het onderzoek	34
1.3. Opzet van het onderzoek	35
1.4. Leeswijzer	36
2. Methode	37
2.1. Selectie van ongevallen	37
2.2. Dataverzameling door het SWOV-team	39
2.2.1. Interviews met de betrokken automobilisten	40
2.2.2. Inspectie van de ongevalslocatie en films van de aanrijroutes	42
2.2.3. Voertuiginspectie	44
2.2.4. Letselgegevens	45
2.3. Analyse van ongevalsfactoren, letselfactoren en functionele fouten	46
2.3.1. Ongevalsfactoren	47
2.3.2. Letselfactoren	47
2.3.3. Functionele fouten van de bestuurder van het voertuig	47
2.4. Beschrijving van de ongevalsscenario's	48
2.5. Van scenario's naar prototypen	50
3. Resultaten: beschrijving van bermongevallen	51
3.1. Algemene karakteristieken	51
3.1.1. Bestuurderskenmerken	51
3.1.2. Ongevalskenmerken	54
3.1.3. Letselkenmerken	56
3.1.4. Letselfactoren	58
3.2. Subtypen van bermongevallen	59
3.2.1. Subtype 1: Het gekozen rijgedrag is risicovol gezien de verkeerssituatie	60
3.2.2. Subtype 2: Tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie	63
3.2.3. Subtype 3: Niet-verkeersgerelateerde afleiding	66
3.2.4. Subtype 4: Afwijkende koers na invloed van een externe verkeersgerelateerde factor	67
3.3. Aanknopingspunten voor maatregelen	70
3.3.1. Doelgroepen	70
3.3.2. Aanknopingspunten voor aanpak subtypen bermongevallen	71
3.3.3. Ongevalsfactoren van bermongevallen in het algemeen	73
3.3.4. Functionele fouten van bestuurders die in de berm raken	74
3.3.5. Letsels	75
4. Vergelijking met resultaten van andere dieptestudies	78
4.1. Vergelijking met de resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen in Zeeland	78
4.1.1. Kenmerken van bermongevallen	79
4.1.2. Ongevalsfactoren van bermongevallen in het algemeen	79

4.1.3.	Letsels en letsel factoren	81
4.1.4.	Subtypen van bermongevallen	82
4.2.	Nederlandse studies naar berm- en enkelvoudige ongevallen	86
4.2.1.	Analyse van enkelvoudige ongevallen	86
4.2.2.	Enkelvoudige verkeersongevallen op 80km/uur-wegen in de provincie Groningen	87
4.2.3.	Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland	89
4.3.	Buitenlandse dieptestudies naar berm- of enkelvoudige ongevallen	91
4.3.1.	Europese dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen	91
4.3.2.	Australische dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen	94
4.3.3.	Noord-Amerikaanse dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen	96
4.4.	Overzicht van de resultaten van binnen- en buitenlandse studies naar bermongevallen	98
5.	Maatregelen	102
5.1.	Relevantie van reeds aanbevolen maatregelen	102
5.2.	Aanvullende maatregelen	107
5.2.1.	Aanvullende maatregelen om te voorkomen dat automobilisten uit koers raken	108
5.2.2.	Aanvullende maatregelen om ruimte en tijd te creëren voor correctie	112
5.2.3.	Aanvullende maatregelen voor het beperken van de letselerst	113
5.3.	Maatregelenpakket ter voorkoming van typen bermongevallen	116
6.	Conclusies en aanbevelingen	123
6.1.	Hoe ontstaan bermongevallen en wat zijn de belangrijkste karakteristieken?	123
6.2.	Welke factoren spelen een rol bij het ontstaan en de afloop van bermongevallen?	127
6.2.1.	Factoren die een rol spelen bij het ontstaan van bermongevallen	127
6.2.2.	Factoren die een rol spelen bij de afloop van bermongevallen	128
6.3.	Welke maatregelen kunnen de ongevals patronen van bermongevallen doorbreken?	130
6.4.	Wat heeft het diepteonderzoek opgeleverd?	134
6.4.1.	SWOV-dieptestudie versus regulier ongevallenonderzoek	134
6.4.2.	Lessen voor toekomstige dieptestudies	135
	Literatuur	137
	Bijlagen 1 t/m 7	141

Voorwoord

In 2007 heeft de SWOV op verzoek van het Directoraat-Generaal Mobiliteit (DGMO) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen het ministerie van Verkeer en Waterstaat) een methodiek opgesteld voor diepteonderzoek naar verkeersongevallen (zie Davidse, 2007). DGMO heeft de SWOV vervolgens in 2008 gevraagd gedurende drie jaar een pilot uit te voeren waarbij diepteonderzoek wordt gekoppeld aan beleidsvragen die bij DGMO bestaan. Met deze pilot zou het belang van Nederlands diepteonderzoek voor beleid moeten kunnen worden aangetoond. De pilot is in november 2008 gestart en bestaat uit het opzetten en uitvoeren van twee SWOV-dieptestudies, gevolgd door een evaluatie van de meerwaarde van Nederlands diepteonderzoek voor het Nederlands verkeersveiligheidsbeleid.

Een belangrijk uitgangspunt van de SWOV-methodiek is dat de SWOV-dieptestudies gericht zijn op een specifiek type verkeersongeval. Bij elke dieptestudie bestudeert een multidisciplinair onderzoeksteam een homogene groep ongevallen (inclusief inspectie van de ongevalslocatie, inspectie van de betrokken voertuigen, interviews met betrokken personen en inventarisatie van letsels) en gaat dit team na welke factoren en omstandigheden hebben bijgedragen aan het ontstaan van deze ongevallen en de letsels die daaruit zijn voortgekomen. Met deze kennis kunnen vervolgens maatregelen worden geselecteerd waarmee vergelijkbare ongevallen in de toekomst kunnen worden voorkomen of waarmee de letselernst van deze ongevallen kan worden teruggedrongen.

De eerste dieptestudie startte in augustus 2009 en was gericht op bermongevallen. Dit type ongevallen is gedefinieerd als ongevallen waarbij een van de betrokken voertuigen in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt. De eindpositie van het voertuig is niet van belang. De nadruk lag daarbij op bermongevallen die buiten de bebouwde kom hebben plaatsgevonden en waarbij een van de betrokkenen naar het ziekenhuis is vervoerd. Het onderhavige rapport doet verslag van deze eerste dieptestudie.

In april 2010 is de tweede dieptestudie gestart. In deze tweede dieptestudie worden ongevallen met bestelauto's bestudeerd die binnen de bebouwde kom hebben plaatsgevonden. De resultaten van deze twee dieptestudies worden in een apart rapport beschreven (Davidse, te verschijnen).

Het voornaamste doel van de totale pilot is na te gaan of en welke meerwaarde Nederlands diepteonderzoek heeft voor het beantwoorden van beleidsvragen van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen het ministerie van Verkeer en Waterstaat). Daarvoor worden de resultaten van de twee bovengenoemde dieptestudies onder meer afgezet tegen de kennis die beschikbaar is uit buitenlandse studies. De resultaten van deze evaluatie zullen in een ander apart rapport worden beschreven (Davidse, te verschijnen).

Het doel van de afzonderlijke dieptestudies is inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van de bestudeerde typen verkeersongevallen. Deze ongevalstypen zijn

geselecteerd omdat 1) er nog niet veel kennis is over de oorzaken van deze ongevallen, 2) er gezien de omvang van het aantal ongevallen een redelijke veiligheidswinst te behalen is, en 3) het onderwerp aansluit bij de aandachtspunten van het ministerie van Infrastructuur en Milieu.

De dieptestudies zijn uitgevoerd door het SWOV-team voor diepteonderzoek. Dit team bestond uit (in alfabetische volgorde):

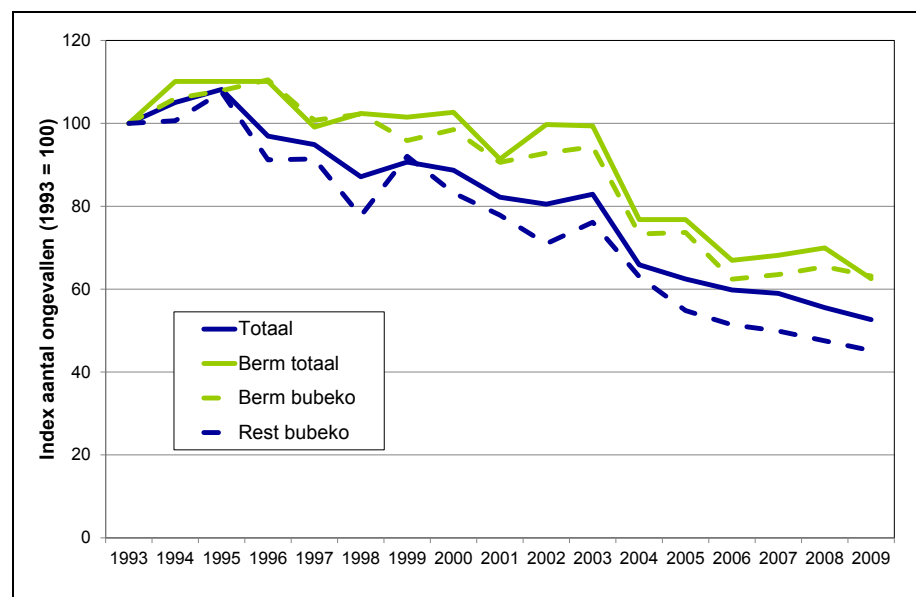
- Michiel Christoph, MSc (voertuiginspectie);
- dr. Ragnhild Davidse (projectleiding, interviews en rapportage);
- dr. Michelle Doumen (interviews, letselgegevens en scenariobeschrijvingen);
- Kirsten van Duijvenvoorde, BAsc (voertuiginspectie, weginspectie en data-invoer);
- Kirsten Duivenvoorden, MSc (weginspectie);
- drs. Sjoerd Houwing (voertuiginspectie);
- ir. Robert Louwerse (weginspectie);
- dr. Martine Reurings (database); en
- Bas Tabak, MSc (voertuiginspectie, weginspectie en data-invoer).

De uitvoering van de pilot was niet mogelijk geweest zonder de inzet van de medewerkers van de Regiopolitie Hollands Midden en Haaglanden en van het Traumacentrum West Nederland. De SWOV is hen zeer erkentelijk voor hun medewerking. Daarnaast wil de SWOV ook de wegbeheerders danken voor de toestemming om de ongevalslocaties te inspecteren en de diverse bergingsbedrijven voor hun toestemming om de voertuigen te inspecteren die zij hadden weggesleept. Tot slot wil de SWOV ook de externe begeleidingsgroep bedanken voor haar inbreng. Deze groep bestond uit afgevaardigden van DGMO (ir. Kate de Jager), DVS (ir. drs. Paul Schepers), Onderzoeksraad Voor Veiligheid (ir. Marjolein Baart en dr. ir. Ellen Berends), politie (Nico van Beuzekom) en een onafhankelijk expert op het gebied van diepteonderzoek (dr. ir. Herman Mooi).

1. Inleiding

1.1. Onderzoekskader

In Nederland zijn in de periode van 2005 tot en met 2009 jaarlijks 230 bermongevallen met dodelijke afloop geregistreerd (schatting op basis van eenzijdige ongevallen en ongevallen waarbij een vast object wordt geraakt). Dit betekent dat een derde van alle dodelijke verkeersongevallen een bermongeval is. Doordat bermongevallen zo'n groot aandeel hebben in het aantal dodelijke ongevallen, is er veel verkeersveiligheidswinst te behalen met een reductie van het aantal bermongevallen. In het verleden is er dan ook al veel aandacht besteed aan veilige bermen. In de jaren zestig en zeventig ging de aandacht vooral uit naar de bermen van autosnelwegen. Daarna, in de jaren tachtig, werd in de RONA-richtlijnen aandacht besteed aan een veilige inrichting van de bermen van nieuwe 80km/uur-wegen. In 2004 heeft het CROW bovendien een *Handboek veilige inrichting van bermen* uitgebracht, waarin aandacht werd besteed aan alle niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. Ondanks deze (voorgestelde) maatregelen is er nog veel winst te behalen. Zeker wanneer in ogenschouw wordt genomen dat het aantal dodelijke bermongevallen minder snel is gedaald dan het totaal aantal dodelijke ongevallen (zie *Afbeelding 1.1*).



Afbeelding 1.1. Ontwikkeling in het aantal dodelijke verkeersongevallen: geïndexeerde aantallen voor het totaal in Nederland, het totaal aantal bermongevallen, het aantal bermongevallen buiten de bebouwde kom en de overige ongevallen buiten de bebouwde kom (1993 = 100). Bron: Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON), Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Voor een verdere reductie van het aantal dodelijke bermongevallen is inzicht nodig in de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van bermongevallen. Op basis van dat inzicht kunnen mogelijk andere of nieuwe maatregelen worden geselecteerd of ontwikkeld waarmee het toekomstig aantal

bermongevallen of de letselernst van dergelijke ongevallen kan worden teruggedrongen. Jaarlijks vinden er namelijk niet alleen 230 dodelijke bermongevallen plaats, maar ook 1.100 bermongevallen waarbij een of meer verkeersdeelnemers ernstig gewond raken.

Voor meer inzicht in het ontstaan en de afloop van een bermongeval is informatie nodig over de personen en voertuigen die bij dergelijke ongevallen betrokken zijn, informatie over de omstandigheden waarin dergelijke ongevallen plaatsvinden, informatie over de aanleiding van het in de berm raken van de betrokken verkeersdeelnemer en informatie over de inrichting van de berm. De politie registreert wie er bij een verkeersongeval betrokken waren en gaat ten behoeve van de juridische afwikkeling van het ongeval na wie de wegenverkeerswet heeft overtreden heeft en dus verantwoordelijk is voor het vergoeden van de geleden schade. Aangezien er bij een bermongeval vaak maar één voertuig en één bestuurder betrokken is, is de enige partij met letsel of schade vaak ook de enige betrokkene. Voor de juridische afhandeling van het ongeval is er daarom niet veel informatie nodig over het ontstaan van het ongeval. De informatie die de politie bij dit soort ongevallen verzamelt, blijkt niet voldoende te zijn om te bepalen wat de reden is dat iemand in de berm raakt (Davidse, Aarts & Stipdonk, 2007).

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu en de SWOV hebben daarom besloten na te gaan of een multidisciplinaire dieptestudie meer inzicht geeft in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen. Een multidisciplinaire dieptestudie is een gedetailleerd onderzoek met een reconstructie van alle fasen en gebeurtenissen van een ongeval. Er is aandacht voor de perioden vóór het ongeval, gedurende het ongeval, en na het ongeval, en voor zowel de menselijke, voertuigtechnische als omgevingsgerelateerde aspecten van het ongeval. Een multidisciplinaire dieptestudie wordt bovendien uitgevoerd door onderzoekers van verschillende disciplines, zoals verkeerskundigen, voertuigdeskundigen en gedragswetenschappers. Een multidisciplinair onderzoeksteam zorgt niet alleen voor een uitgebreide verzameling van allerhande gegevens over alle fasen van het ongeval, maar doet op basis van deze informatie, en eigen kennis en ervaring, ook uitspraken over de invloedsfactoren van het ongeval. Daarmee is deze techniek in feite niet alleen een methode voor dataverzameling, maar ook een manier van onderzoek naar de invloedsfactoren van een ongeval (Davidse, 2007). In de onderhavige studie is de methode van diepteonderzoek ingezet om de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Welke ongevalspatronen of subtypen van bermongevallen kunnen op basis van de verzamelde gegevens worden onderscheiden?
- Welke ongevals- en letselfactoren spelen een rol bij het ontstaan van bermongevallen?
- Met welke maatregelen kunnen de ongevalspatronen worden doorbroken?

1.2. Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen waarbij automobilisten betrokken zijn. Op basis hiervan kunnen maatregelen worden geselecteerd waarmee vergelijkbare

ongevallen in de toekomst kunnen worden voorkomen of waarmee de letselerst van deze ongevallen kan worden teruggedrongen.

Onder een bermongeval verstaan we ongevallen waarbij een weggebruiker in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt. In deze dieptestudie beperken we ons tot bermongevallen waarbij een automobilist in de berm is geraakt. De eindpositie van het voertuig is niet van belang; het voertuig kan in de berm tot stilstand zijn gekomen, in de sloot, tegen een obstakel of boom, maar ook tegen een tegenligger. Het gaat dus niet alleen om eenzijdige of obstakelongevallen, maar ook om frontale of flankongevallen, mits een automobilist in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt.

1.3. Opzet van het onderzoek

Ten behoeve van deze dieptestudie is informatie verzameld over bermongevallen die in Nederland hebben plaatsgevonden. Om praktische redenen is de informatieverzameling beperkt tot die bermongevallen die hebben plaatsgevonden in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden. Van deze ongevallen is de politie-informatie opgevraagd en is aanvullende informatie over de ongevallen verzameld via inspectie van de ongevalslocaties, inspectie van de betrokken voertuigen en interviews met personen die bij de ongevallen betrokken waren. Deze informatie is op een gestandaardiseerde wijze opgeslagen in een database.

Aan de hand van de gegevens in de database is vervolgens een overzicht opgesteld van de kenmerken van bermongevallen in Nederland. Daarbij is onder meer gekeken naar de locaties waar deze ongevallen hebben plaatsgevonden, de leeftijd en het geslacht van bestuurders die bij deze ongevallen betrokken waren en de ernst van de afloop van deze ongevallen. Voor inzicht in een eventuele oververtegenwoordiging van bepaalde groepen bestuurders of wegtypen zijn de aangetroffen verdelingen vergeleken met die van referentiecijfers zoals het rijbewijsbezit, de mobiliteit, de betrokkenheid bij alle typen ernstige ongevallen en de weglengtes.

Vervolgens zijn de ongevallen in detail bestudeerd; er is getracht na te gaan hoe het ongevalsproces is verlopen en welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval en het ontstaan van het eventuele letsel. Daarbij is onderscheid gemaakt naar factoren die betrekking hebben op de bestuurder van het voertuig, op het voertuig zelf, op de weg, en op de algemene omstandigheden ten tijde van het ongeval. Het resultaat van deze detailanalyses is een onderverdeling naar verschillende typen bermongevallen met voor elk type bermongeval een beschrijving van de karakteristieken, zoals de meest voorkomende ongevalsfactoren.

De resultaten van de bovenstaande ongevallenanalyses geven aanknopingspunten voor maatregelen om het toekomstig aantal ernstige bermongevallen terug te dringen. Ze zijn echter gebaseerd op de ongevallen die in één Nederlandse regio hebben plaatsgevonden. Daarom is het waardevol om, alvorens daadwerkelijk maatregelen te implementeren, de resultaten van deze dieptestudie af te zetten tegen de resultaten van vergelijkbare studies die elders zijn uitgevoerd. Daarmee kan beter worden onderbouwd waarom de geselecteerde maatregelen relevant zijn voor het voorkómen van bermongevallen in het algemeen en in Nederland in het

bijzonder. De resultaten van de onderhavige dieptestudie zijn daarom onder meer vergeleken met de resultaten van dieptestudies uit Denemarken, Groot-Brittannië, Australië, Verenigde Staten en Nederland. Een van deze dieptestudies betreft een dieptestudie die parallel aan de onderhavige dieptestudie en met dezelfde methodiek is uitgevoerd in een andere, landelijker regio in Nederland (zie ook Davidse et al., 2011).

Bij de uiteindelijke selectie van maatregelen waarmee het aantal bermongevallen in Nederland zou kunnen worden gereduceerd, is enerzijds geput uit bestaande maatregelen ter voorkoming van bermongevallen en anderzijds zijn nieuwe maatregelen geformuleerd die aansluiten bij de nieuwe inzichten die de dieptestudie heeft opgeleverd. Deze aanvullende maatregelen zijn geïdentificeerd tijdens een brainstormbijeenkomst met SWOV-experts van verschillende disciplines (infrastructuur, voertuig, mens). Voor elke maatregel is vervolgens bepaald voor welk type bermongevallen deze relevant is. Daarnaast is per type bermongevallen aangegeven welke maatregelen het meest effectief worden geacht om een reductie van het aantal bermongevallen van dat type te bewerkstelligen.

1.4. Leeswijzer

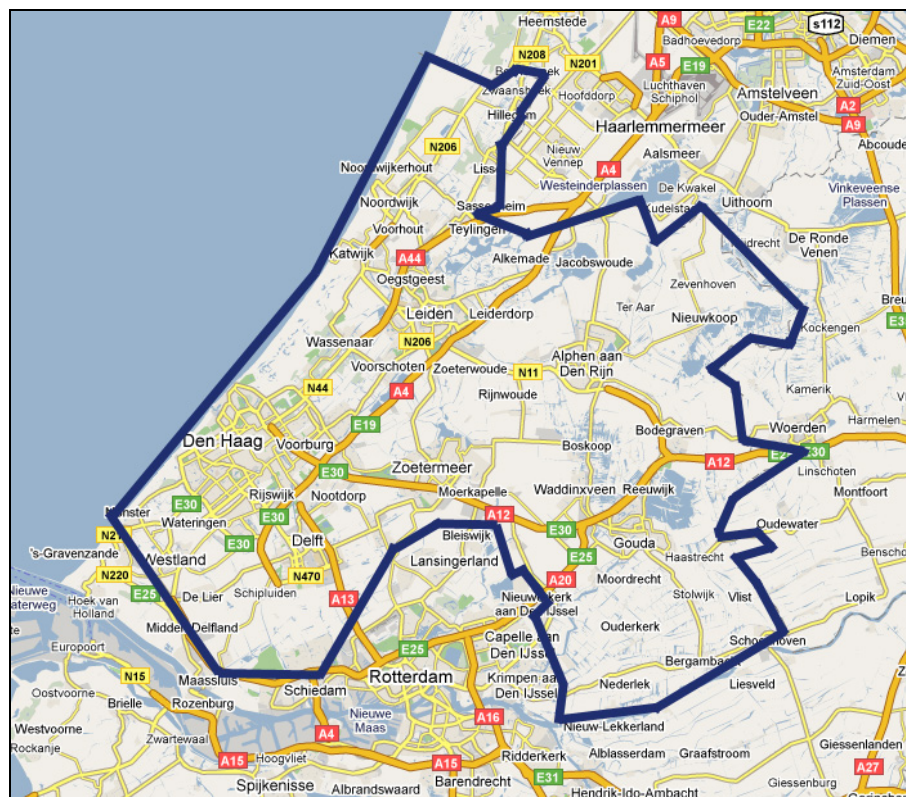
In *Hoofdstuk 2* wordt in detail beschreven hoe de informatie over bermongevallen in de onderzoeksregio is verzameld en geanalyseerd. De resultaten van de ongevallenanalyses worden besproken in *Hoofdstuk 3*: eerst op hoofdlijnen en daarna per type bermongeval. Voor elk type bermongeval is onder meer een beschrijving opgenomen van een karakteristiek ongeval. In *Hoofdstuk 4* worden de resultaten van de onderhavige dieptestudie vergeleken met die van andere dieptestudies naar bermongevallen. Vervolgens wordt in *Hoofdstuk 5* nagegaan hoe het aantal bermongevallen in Nederland kan worden teruggedrongen. Daartoe passeren zowel bestaande als enkele innovatievere maatregelen de revue. In het afsluitende *Hoofdstuk 6* volgen de conclusies en aanbevelingen. Ook wordt daarin de gehanteerde methode van onderzoek geëvalueerd.

2. Methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze informatie is verzameld over bermongevallen, de personen en voertuigen die daarbij betrokken waren en de locaties waarop deze ongevallen plaatsvonden (*Paragraaf 2.2*). Vervolgens wordt besproken hoe de verzamelde informatie is geanalyseerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de analyse van ongevals- en letselfactoren (*Paragraaf 2.3*), het beschrijven van de ongevalsscenario's oftewel ongevalspatronen (*Paragraaf 2.4*), en het identificeren van subtypen van bermongevallen (*Paragraaf 2.5*). Uit de karakteristieke ongevalspatronen voor deze subtypen en de factoren die daar een rol in spelen wordt vervolgens afgeleid hoe deze patronen doorbroken kunnen worden en dus welke aanknopingspunten er zijn voor maatregelen om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen (zie *Hoofdstuk 3*). Allereerst wordt in *Paragraaf 2.1* echter besproken hoe de bermongevallen zijn geselecteerd.

2.1. Selectie van ongevallen

In de periode van 1 september 2009 tot en met 31 oktober 2010 zijn alle bermongevallen geselecteerd die hebben plaatsgevonden op 60-, 70-, en 80km/uur-wegen in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden (zie *Afbeelding 2.1*), waarbij een automobilist voorafgaand aan het ongeval in de berm is geraakt en waarvoor een ambulance werd opgeroepen.



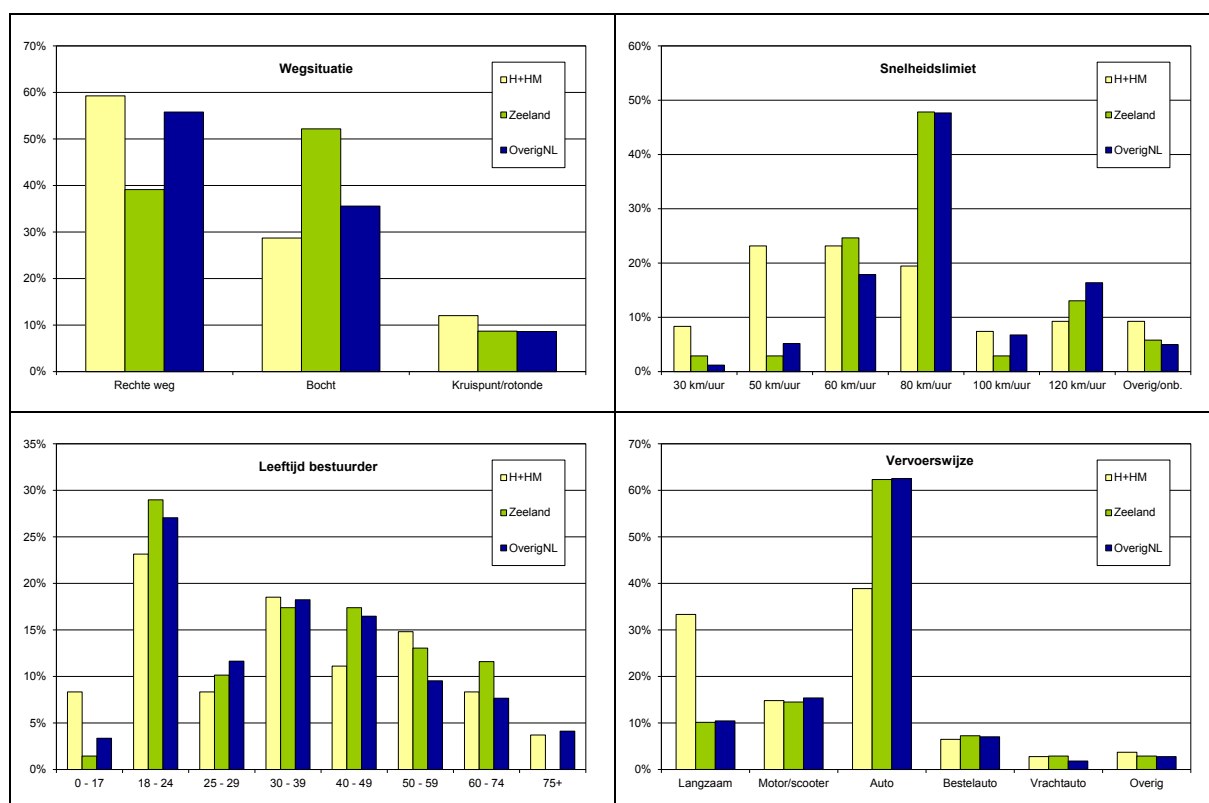
Afbeelding 2.1. Werkgebied van het SWOV-team voor diepteonderzoek.

Daartoe zijn elke werkdag (maandag t/m vrijdag) de sites van de regionale hulpverleningsdiensten geraadpleegd en is contact onderhouden met de teams voor verkeersondersteuning van de politieregio's Hollands Midden en Haaglanden. Als er een relevant ongeval had plaatsgevonden, dan werd alle politie-informatie opgevraagd. In een convenant dat is afgesloten met de regiokorpsen van de politie Hollands Midden en Haaglanden en de hoofd-officieren van justitie van dezelfde regio's, die beide vallen onder het Arrondissement van Den Haag van het Openbaar Ministerie, was vastgelegd dat de SWOV alle politiegegevens mocht ontvangen zodra deze bij de politie voorhanden waren. Dit betrof zowel de registratiesets, de processen-verbaal van het verkeersongeval als de processen-verbaal van de Verkeers Ongevallen Analyse (VOA). Op basis van deze politiegegevens werd vervolgens nagegaan of het ongeval inderdaad aan de definities van een bermongeval voldeed. Na bevestiging werd de aanvullende dataverzameling gestart (zie *Paragraaf 2.2*).

Na enkele maanden werd de selectie van ongevallen uitgebreid met ongevallen die plaatsvonden op een regionale stroomweg met een limiet van 100 km/uur. De reden voor deze uitbreiding was het geringe aantal bermongevallen dat tot dat moment had plaatsgevonden. In totaal heeft het SWOV-team voor diepteonderzoek gedurende 14 maanden gegevens verzameld over 28 bermongevallen die plaatsvonden op 60-, 70-, 80- en 100km/uur-wegen. Het merendeel (25 van de 28 oftewel 89%) betrof een enkelvoudig ongeval; de automobilist die in de berm terecht kwam had geen andere verkeersdeelnemer geraakt. Bij drie ongevallen (11%) werd bij het terugsturen uit de berm wel een andere verkeersdeelnemer geraakt. In alle gevallen was dit een tegenligger. Deze tegenligger zag wel dat de ander moeite had om zijn voertuig weer onder controle te krijgen, maar kon niet meer op tijd uitwijken om een aanrijding te voorkomen. Ook bij de enkelvoudige bermongevallen was soms een andere verkeersdeelnemer betrokken, maar dan uitsluitend in de aanloop tot het ongeval. De automobilist die in de berm terecht kwam werd volgens eigen zeggen bijvoorbeeld verblind door een tegenligger of schrok van een tegenligger terwijl hij of zij zelf op de verkeerde weghelft reed.

De bovengenoemde groep van 28 bermongevallen wordt beschouwd als de totale populatie van bermongevallen met personenauto's die tijdens de looptijd van het onderzoek op 60-, 70-, en 80-km/uur-wegen in het onderzoeksgebied hebben plaatsgevonden. Deze groep is daarmee representatief voor de bermongevallen die gedurende die periode in die regio hebben plaatsgevonden. Of deze groep ongevallen ook representatief is voor de ongevallen die in andere jaren en in andere Nederlandse regio's hebben plaatsgevonden, kan worden afgeleid uit een vergelijking van kenmerken van de genoemde groep ongevallen en ongevallen in andere jaren in dezelfde regio en/of andere Nederlandse regio's. Een indicatie voor de representativiteit ten opzichte van andere Nederlandse regio's wordt gegeven in *Afbeelding 2.2*. De politieregio's Hollands Midden en Haaglanden vertegenwoordigen ongeveer 5% van het aantal enkelvoudige ongevallen buiten de bebouwde kom met verkeersdoden of ernstig gewonden in Nederland. De grafieken in *Afbeelding 2.2* tonen de verdeling van het aantal enkelvoudige ongevallen over de verschillende verkeersdeelnemers en ongevalslocaties in het onderzoeksgebied, in Zeeland en in de rest van Nederland. Hieruit blijkt dat er in vergelijking met de rest van Nederland in het onderzoeksgebied relatief veel enkelvoudige ongevallen

plaatsvinden met langzame verkeersdeelnemers (voetgangers, fietsers en brom- en snorfietsers) en op wegen buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 50 km/uur. In het onderzoeksgebied vinden relatief weinig enkelvoudige ongevallen plaats op wegen met een snelheidslimiet van 80 km/uur. Dit is vermoedelijk het gevolg van het stedelijke karakter van het onderzoeksgebied. Parallel aan de onderhavige studie is een vergelijkbare dieptestudie naar bermongevallen uitgevoerd in een landelijk gebied, te weten de provincie Zeeland. Een vergelijking van de resultaten van deze twee dieptestudies kan inzichtelijk maken of er, en zo ja wat de verschillen zijn tussen bermongevallen die plaatsvinden in het onderzoeksgebied van deze dieptestudie en een meer landelijk gebied. Deze vergelijking wordt gemaakt in *Hoofdstuk 4*.



Afbeelding 2.2. Vergelijking van verdelingen van het aantal ongevallen met verkeersdoden of ernstig verkeersgewonden tot gevolg, die buiten de bebouwde kom hebben plaatsgevonden in de periode 2007-2009 en waarbij een bestuurder van een voertuig een eenzijdig ongeval heeft gehad of tegen een vast object is gebotst (benadering van de groep bermongevallen) in de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden (H+HM) ten opzichte van Zeeland en de overige regio's in Nederland. Met de klok mee: wegsituatie, snelheidslimiet, vervoerswijze en leeftijd van de bestuurder (bron: Bestand geRegistreerde Ongevallen in Nederland (BRON), Ministerie van Infrastructuur en Milieu).

2.2. Dataverzameling door het SWOV-team

Voor alle 28 bermongevallen is aanvullende informatie verzameld over de betrokken automobilisten (zie *Paragraaf 2.2.1*), de verkeerssituatie ter plaatse (zie *Paragraaf 2.2.2*), de schade aan de voertuigen (zie *Paragraaf 2.2.3*) en/of het eventuele letsel van de inzittenden (zie *Paragraaf 2.2.4*). Alle verzamelde informatie is opgeslagen in een SQL-database die speciaal voor het SWOV-diepteonderzoek naar verkeersongevallen werd gebouwd. Deze

SQL-database heeft een Windows-interface met invoerschermen voor de basiskennmerken van het ongeval (aantal betrokkenen en gewonden, omstandigheden volgens de politie, weersomstandigheden volgens het KNMI), kenmerken van het dwarsprofiel van de ongevalslocatie, de betrokken voertuigen, de aanrijroutes van deze voertuigen, de schade aan deze voertuigen, de inzittenden van deze voertuigen en hun letsels en de beveiligingsmiddelen die zij droegen, en een korte weergave van het interview met de bestuurders van de betrokken voertuigen.

2.2.1. Interviews met de betrokken automobilisten

Informatie over de betrokken automobilisten is verzameld met behulp van interviews; dit betrof de 28 automobilisten die in de berm terechtkwamen en de 3 automobilisten die als tegenligger werden aangereden. Het team had toestemming van het ministerie van Justitie om de betrokkenen te benaderen via de adressen en/of telefoonnummers die in de politiedossiers vermeld stonden. De 31 automobilisten kregen circa een week nadat zij bij een bermongeval betrokken waren geweest per post informatie thuisgestuurd over het onderzoek met daarbij het verzoek mee te werken aan een interview (zie *Bijlage 1* en *2*). Als men wilde meewerken, dan werd men verzocht een formulier te ondertekenen en terug te sturen (zie *Bijlage 3*). Daarna werd men telefonisch benaderd voor het maken van een afspraak voor het interview. De betrokken automobilisten hadden in dit traject steeds contact met hetzelfde teamlid: een van de twee psychologen van het team. Het teamlid dat de brief had gestuurd, maakte ook de telefonische afspraak en nam het interview af. De meeste interviews werden afgenomen bij de geïnterviewde thuis. De medewerking aan het onderzoek was geheel vrijwillig en er werd geen financiële vergoeding in het vooruitzicht gesteld.

Als een betrokkene na twee weken nog niet had gereageerd en het team beschikte over zijn/haar telefoonnummer, dan werd er nagebeld. Tijdens dat telefoongesprek werd extra informatie over het onderzoek gegeven en werd ingegaan op mogelijke redenen om niet mee te willen werken aan het onderzoek. In sommige gevallen leidde dit ertoe dat er alsnog een afspraak kon worden gemaakt voor een interview. Als men liever niet wilde meewerken aan een interview, maar wel bereid was om informatie te verstrekken, dan werd de mogelijkheid geboden om een vragenlijst in te vullen. Betrokkenen van wie geen telefoonnummer beschikbaar was, kregen per post een reminder.

Tien betrokkenen waren bereid mee te werken aan een interview en twee betrokkenen gaven de voorkeur aan het invullen van een vragenlijst. Twee van de tien geïnterviewden waren de bestuurder van een voertuig dat als tegenligger bij het ongeval betrokken raakte. De andere betrokkenen van die ongevallen – de bestuurders die in de berm waren beland – wilden niet meewerken. Eén van de tien geïnterviewden was de bijrijder van een bestuurder die in de berm terechtkwam en zelf niet aan het onderzoek wilde meewerken. De twaalf betrokkenen die wilden meewerken aan het onderzoek door het invullen van een vragenlijst of meewerken aan een interview waren dus betrokken bij twaalf verschillende ongevallen. Op ongevalsniveau betekent dit dat er informatie van betrokkenen is voor 43% van de ongevallen (12 van de 28 ongevallen). Het responspercentage van de betrokken bestuurders ligt met 35% iets lager (11 van de 31 bestuurders; de bijrijder wordt hierbij niet meegeteld). Wanneer uitsluitend gekeken wordt

naar de bestuurders die in de berm raakten, dan werkte 32% mee. Alle geïnterviewde bestuurders waren man; 41% van de mannelijke bestuurders werkte via een interview of vragenlijst mee aan het onderzoek (zie *Tabel 2.1*). Van de 6 vrouwelijke automobilisten die in de berm raakten wilde niemand meewerken aan het onderzoek (responspercentage van 0%). Dit betekent dat er over de ongevallen waarbij zij betrokken waren, minder informatie beschikbaar is. Dit is ook het geval voor de ongevallen waarbij bestuurders van 25 t/m 39 jaar betrokken waren. Van de 12 bestuurders uit deze leeftijdsgroep die in de berm raakten, waren er slechts 2 bereid om aan het onderzoek mee te werken (17%). In de jongste leeftijdsgroep lag het responspercentage hoger dan gemiddeld: 3 van de 6 bestuurders werkte aan het onderzoek mee (50%) en een jonge rijder was ook bereid om aan het onderzoek mee te werken. Deze onevenredige mate van medewerking kan ertoe geleid hebben dat de informatie uit de interviews een vertekend beeld geeft van de werkelijkheid. Zo zouden kenmerken van ongevallen met jonge automobilisten een te prominente rol kunnen krijgen in de resultaten van het onderzoek.

Kenmerk	Bestuurders die in de berm raakten en meewerkten aan het onderzoek
<i>Geslacht</i>	
Man	9 (41%)
Vrouw	0 (0%)
<i>Leeftijd</i>	
18-24 jaar	3 (50%)
25-39 jaar	2 (17%)
40-59 jaar	2 (33%)
60 jaar of ouder	2 (50%)

Tabel 2.1. Aantal en percentage bestuurders die in de berm raakten en meewerkten aan het onderzoek (in de vorm van een interview of vragenlijst).

De interviews zijn afgenomen door een psycholoog uit het onderzoeksteam. Voorafgaand aan het interview werd nogmaals kort toegelicht wat het doel van het onderzoek was, en werd benadrukt dat de informatie die men zou verstrekken vertrouwelijk behandeld wordt en dat voor zover de resultaten van het onderzoek bekend worden gemaakt, het op geen enkele wijze mogelijk zal zijn om na te gaan welke specifieke ongevallen er bestudeerd zijn en welke mensen daarbij betrokken waren.

Tijdens het interview zijn vragen gesteld over:

- de ongevalssituatie en het moment vlak voordat men in de berm raakte;
- de eventuele acties die men ondernomen heeft om het ongeval te voorkomen;
- het gebruik van beveiligingsmiddelen;
- de gemoedstoestand waarin men in de auto gestapt was (o.a. gezien de nachtrust, de activiteiten van die dag, het humeur en de voeding);
- de ervaring met het voertuig en de afgelegde route;
- de eigen rijnsnelheid;
- de toestand van het voertuig en de weg- en weersomstandigheden;
- de factoren die volgens de betrokkene een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval;

- het letsel dat de betrokkene en eventuele inzittenden als gevolg van het ongeval hebben opgelopen;
- het herstel na het ongeval; en
- relevante persoonskenmerken als rijervaring, ziekten en aandoeningen, en het gebruik van alcohol, drugs en medicijnen.

De volledige lijst met interviewvragen is opgenomen in *Bijlage 4*. Deze lijst is opgesteld met gebruik van vragenlijsten en interviews die in buitenlandse dieptestudies worden gebruikt (zie Davidse, 2007). De lijst bestaat grotendeels uit vrij algemene, open vragen, met als doel de geïnterviewde zo min mogelijk te sturen. Onder elke open vraag is een checklist opgenomen met subvragen die ook beantwoord moeten worden. Deze subvragen werden alleen gesteld als de geïnterviewde hier uit zichzelf niets over had gezegd. De vragenlijst die is opgestuurd naar automobilisten die niet wilden meewerken aan een interview, was vrijwel identiek aan de lijst met interviewvragen. Het enige verschil is dat de checklists in de vragenlijst expliciet als subvragen zijn opgenomen, er meer ruimte is opengelaten om de antwoorden op te kunnen schrijven en er bij een aantal vragen vaste antwoordmogelijkheden zijn gegeven (o.a. bij hoeveelheid verkeer, weersomstandigheden en lichtomstandigheden).

De interviews zijn met toestemming van de geïnterviewden opgenomen op tape en later uitgewerkt en in geanonimiseerde vorm aan de database toegevoegd.

2.2.2. *Inspectie van de ongevalslocatie en films van de aanrijroutes*

Informatie over de ongevalslocaties en aanrijroutes is verzameld door een weginspectie ter plaatse (inclusief het verzamelen van fotomateriaal) en het filmen van de laatste vijfhonderd meter van de routes die de betrokken voertuigen hadden afgelegd. De weginspecties zijn uitgevoerd door een teamlid met een verkeerskundige achtergrond, ondersteund door een projectmedewerker. Zij hebben alle ongevalslocaties geïnspecteerd. De lijst met de te verzamelen weg- en omgevingskenmerken is opgesteld met behulp van de CROW-publicaties *Handboek Wegontwerp Gebiedsontsluitingswegen* (CROW, 2002b), *Handboek Wegontwerp Erftoegangswegen* (CROW, 2002a) en *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a). Daarbij is bijzondere aandacht geschonken aan kenmerken die van belang zijn bij bermongevallen en de ernst van hun afloop zoals de aanwezigheid van het type semiverharding, de kwaliteit van de berm en de aansluiting met de verharding, obstakelvrije zone en het type obstakel. Van het dwarsprofiel zijn de volgende kenmerken verzameld:

- wegcategorie (erftoegangsweg, gebiedsontsluitingsweg of stroomweg);
- rijstrookconfiguratie (bijv. 2x1 of 2x2);
- snelheidslimiet ter plaatse;
- wegsituatie ter plaatse (kruispunt/wegvak; rechtstand/bocht);
- boogstraal als het ongeval in of bij een bocht had plaatsgevonden;
- breedte van de wegverharding, kantstroken en rijstroken of rijloper;
- breedte en type van de kant- en asmarkering, rijrichtingscheiding en deelstrepen;
- type en breedte van semiverharding, breedtes van obstakelvrije zone, vlucht-/bergingszone, beplantingsvrije zone en berm, type obstakel;
- type en helling van het talud en breedte tot kruin- en teenlijn; en

- type en breedte van eventuele parallelvoorzieningen en de breedte en het materiaal van de tussenbermen.

Aan de hand van de films van de aanrijroutes is een beeld geschetst van wat de verkeersdeelnemer kort voor het ongeval heeft gezien en de verwachtingen die hij/zij daardoor kan hebben gehad op het moment dat hij/zij de ongevalslocatie naderde. Daartoe zijn de volgende kenmerken geregistreerd:

- verticaal en horizontaal alignement;
- consistentie van bochten en aanwezigheid van bochtschilden;
- type wegverharding en kwaliteit van het wegdek;
- type en staat van kant- en asmarkering;
- type rijrichtingscheiding en/of middenberm;
- type, positie en uitvoeringsvorm van eventuele (brom)fietsvoorzieningen;
- aanwezigheid van voorsorteerstroken, parallelwegen, invoeg/vluchtstroken en parkeervoorzieningen;
- eventuele veranderingen ten opzichte van een voorgaand wegvak;
- aanwezigheid van voetgangersvoorzieningen of oversteekvoorzieningen;
- aanwezigheid en consistentie van verkeersremmers;
- aanwezigheid van lichtmasten, reflectorpalen en hectometerpalen;
- beschrijving van de omgeving en de aanwezigheid van bomen en struiken;
- borden langs de aanrijroute (RVV-borden, eventuele onderborden en mogelijke problemen met de uitvoering of de zichtbaarheid).

De metingen ter plaatse werden uitgevoerd met behulp van een Leica Disto D8 laserafstandsmeter met statief, een uitschuifbare E-baak en een rolmaat. Foto's en films werden gemaakt met een Canon Powershot G10 of G11. Tijdens het rijden werd deze camera vastgezet met een autostatief (HAMA). De camera werd bediend door de bijrijder.

Voor het creëren van een veilige werkomgeving tijdens het inventariseren van de kenmerken van het dwarsprofiel werd conform de CROW-richtlijn voor Werk in Uitvoering op niet-autosnelwegen en wegen binnen de bebouwde kom (CROW, 2005a) gewerkt in een met kegels en verkeershek afgezet werkvak in de luwte van een voertuig met actieraam. De teamauto (Peugeot Partner Tepee) werd daartoe voorzien van een actieraam met daarop RVV-bord J16 en onderbord Ongevallenonderzoek (zie *Afbeelding 2.3*). Voor aanvang van de dieptestudie werd aan alle wegbeheerders uit het werkgebied toestemming gevraagd om het voertuig met actieraam tijdens metingen langs de weg te plaatsen. In alle gevallen werd deze toestemming verleend, al dan niet door het verstrekken van een ontheffing. Uiterlijk één dag voor een weginspectie werd contact opgenomen met de wegbeheerder om te laten weten dat er binnenkort een weginspectie zou plaatsvinden. Bij de weginspecties is de auto altijd in de berm van de rijbaan of een fietspad geplaatst; het afzetten van de rijbaan was niet nodig. De teamleden droegen tijdens hun werkzaamheden langs de weg te allen tijde de volgens de Arbo-wetgeving voor wegwerkers vereiste reflecterende kleding (reflectieklasse 3) die voorzien was van de tekst SWOV Ongevallenonderzoek.



Afbeelding 2.3. Teamauto met afgezet werkvak.

Als gedetailleerde inspectie ter plaatse om veiligheidsredenen niet mogelijk was met de voor het team beschikbare veiligheidsmiddelen, zoals bij een 100km/uur-weg, dan werd volstaan met het filmen van de aanrijroute en werden de benodigde maten geschat met behulp van Google StreetView. De boogstralen van bochten werden ook bepaald met behulp van Google StreetView.

2.2.3. Voertuiginspectie

Informatie over de schade aan de voertuigen en de aanwezigheid en het gebruik van beveiligingsmiddelen is verzameld door de betrokken voertuigen te inspecteren. Daartoe werd een afspraak gemaakt met de garage of de bergingsmaatschappij waar het voertuig volgens de politie naartoe was gebracht. De voertuiginspecties vonden plaats binnen drie dagen nadat het ongeval had plaatsgevonden, in de meeste gevallen binnen 24 uur. Van de 31 betrokken voertuigen heeft het voertuigteam er 25 kunnen inspecteren (81%). De overige voertuigen waren niet meer beschikbaar voor inspectie omdat deze al naar de eigenaar terug waren of al waren afgevoerd naar een autodemontagebedrijf. In de helft van de overige zes gevallen waren er nog wel foto's beschikbaar van de VOA, de media of de eigenaar van het voertuig.

De voertuiginspecties zijn uitgevoerd door drie teamleden die daarvoor zijn opgeleid door een expert van het onderzoeksteam van het Britse Transport Safety Research Centre (TSRC) van de universiteit van Loughborough. Het protocol voor het verzamelen van de voertuigkenmerken werd samengesteld aan de hand van protocollen zoals die zijn opgesteld voor de Europese projecten PENDANT en SafetyNet. Tijdens de voertuiginspecties zijn de volgende gegevens en materialen verzameld:

- set foto's van het voertuig (alle zijden van het voertuig en het interieur);
- detailfoto's van de schades;
- schets van de schades;
- aantal schade-events en meest schadelijke event;
- schadecodering volgens de internationale codering voor deformatie als gevolg van een botsing (CDC-codering zoals opgesteld door de SAE);
- codering van de intrusie (IDC-codering zoals opgesteld door TSRC);
- aanwezige beveiligingsmiddelen (airbags, gordels en kinderzitjes);
- gebruikte beveiligingsmiddelen (incl. foto's);
- contactsporen van de inzittenden met het interieur van het voertuig (tegen bijvoorbeeld dashboard, stuur, voorruit of zijruit);
- aanwezige veiligheidssystemen (zoals antiblokkeersysteem, elektronische stabiliteitscontrole, brake assist);
- aanwezige comfortsystemen (zoals cruisecontrol, stuurbeheersing);
- aanwezige lading; en
- profieldiepte van de banden.

Op het SWOV-kantoor werd het fotomateriaal geanonimiseerd en werden de verzamelde gegevens aangevuld met algemene voertuiggegevens (zoals merk, model, bouwjaar, motorvermogen, maten en gewicht van het voertuig) en werden eventueel ontbrekende gegevens opgezocht met behulp van websites van onder andere Autoweek, Dienst Wegverkeer RDW (www.rdw.nl) en het bureau voor voertuigdocumentatie en -informatie (www.vwe.nl).

2.2.4. Letselgegevens

Informatie over het eventuele letsel van de inzittenden is afgeleid uit de politiedocumentatie, de interviews en zo mogelijk de ziekenhuisgegevens. Voor het bepalen van de ernst van het letsel is gebruikgemaakt van de AIS-codering die is opgesteld door de Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM). Dit is een internationaal erkende en gestandaardiseerde classificatie van letsels die bovendien voor elk letsel aangeeft hoe levensbedreigend deze verwonding is (van 1 voor licht letsel tot 6 voor maximaal en op dit moment onbehandelbaar letsel). Deze AIS-codering dient altijd gebaseerd te worden op de officiële diagnoses van een arts en wordt alleen vastgesteld als iemand in het ziekenhuis is opgenomen. Om deze diagnoses te kunnen inzien, zijn alle inzittenden die volgens de politie naar het ziekenhuis waren gebracht, benaderd met de vraag of zij toestemming wilden verlenen aan de SWOV om hun medische gegevens in te mogen zien (zie *Bijlage 5*). Vervolgens werd een kopie van deze toestemming opgestuurd naar het Traumacentrum West Nederland met het verzoek om de diagnoses van de betreffende persoon met de bijbehorende AIS-codes te retourneren. Het Traumacentrum is daartoe in staat doordat alle ziekenhuizen uit het onderzoeksgebied bij dit centrum zijn aangesloten en het Traumacentrum een bestand bijhoudt van alle diagnoses van patiënten die via de spoedeisende hulp van een van deze ziekenhuizen in het ziekenhuis is opgenomen of overgeplaatst.

De diagnoses en AIS-codes die op deze wijze zijn verkregen, zijn vervolgens overgenomen in de database. De AIS-codes zijn daarbij soms hergecodeerd omdat het Traumacentrum uitgaat van de AIS98-codering en het SWOV-team voor diepteonderzoek werkt met de herziene codering uit

2005 (zie Gennarelli & Wodzin, 2005). Tot slot is per inzittende bepaald wat het maximale letsel was. Hiervoor zijn twee internationaal erkende maten beschikbaar: de MAIS (Maximum AIS) en de ISS (Injury Severity Score). De MAIS is gelijk aan de hoogste AIS-waarde van een gewonde. Binnen de traumatologie beschouwt men een MAIS van 3 of hoger als ernstig letsel. Binnen het Nederlandse verkeersveiligheidsbeleid spreekt men bij een MAIS van 2 of hoger over een ernstig verkeersgewonde, mits deze persoon niet binnen 30 dagen als gevolg van het ongeval is overleden (Reurings & Bos, 2009). De verkeersdoden worden apart geregistreerd.

De ISS maakt gebruik van het feit dat de AIS-code ook aangeeft in welke lichaamsregio het letsel zich bevindt, al wijkt de indeling in regio's bij de berekening van de ISS iets af van die welke bij de AIS-codering wordt gehanteerd. Voor elke regio (hoofd of nek, gezicht, borst, buik, ledematen en huid) wordt eerst bepaald wat de hoogste waarde is. Vervolgens worden de drie hoogste waarden eerst gekwadrateerd en daarna bij elkaar opgeteld. Het resultaat is een waarde die ligt tussen 1 en 75. Binnen de traumatologie beschouwt men een score van 16 en hoger als ernstig gewond.

2.3. Analyse van ongevalsfactoren, letselfactoren en functionele fouten

Nadat alle informatie over een ongeval in de database was ingevoerd, zijn de teamleden die de dataverzameling voor dat ongeval hadden verricht, samen met de projectleider bijeengekomen om te bespreken welke factoren – gezien de voorliggende data – een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval en welke een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de letsels bij de inzittenden. De aanwezige teamleden hebben daarbij hun achtergrondkennis ingebracht (verkeerskundig, voertuig of psychologisch) en de kennis die zij hadden opgedaan tijdens een cursus op maat van de politieacademie (onder andere introductie in sporenonderzoek, rekenmodellen voor verkeersongevallenanalyse en dossierbehandeling). Ter voorbereiding van de bespreking hebben de teamleden de verzamelde informatie zorgvuldig doorgenomen, om zich zo een beeld te vormen van de mogelijke scenario's die tot dat ongeval hadden geleid. Tijdens die voorbereiding zijn waar nodig ook aanvullende gegevens gezocht, zoals mediafoto's van het ongeval of de betrokken voertuigen, informatie over het vóórkomen van bepaalde problemen bij een bepaald model van een automerk, eventuele wegwerkzaamheden ten tijde van het ongeval, veranderde omstandigheden tussen ongeval en wegininspectie, en bijsluiters van gebruikte medicijnen. De besprekingen startten met het gezamenlijk doornemen van eventuele tegenstrijdige gegevens of onduidelijke informatie. Vervolgens is gediscussieerd over mogelijke scenario's. Daarna zijn de relevante factoren geselecteerd. Het uitgangspunt bij de besprekingen was steeds dat een ongeval het gevolg is van een samenloop van omstandigheden en dat verschillende factoren een rol spelen bij het ontstaan van het ongeval en het letsel. Dit zijn niet noodzakelijkerwijs alle geldende omstandigheden. De bestuurder kan bijvoorbeeld een beginnende bestuurder zijn, de maatvoering van het dwarsprofiel kan afwijken van de CROW-richtlijnen en het kan ten tijde van het ongeval hebben geregend, maar dat wil niet zeggen dat deze factoren (weinig rijervaring, verhardingsbreedte en regen) ook een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. Het doel van de besprekingen was *die factoren te selecteren die een bijdrage hebben geleverd aan het ontstaan van het ongeval en/of het ontstaan van het letsel*. Deze factoren geven aanknopingspunten voor

maatregelen waarmee toekomstige ongevallen kunnen worden voorkomen en waarmee het letsel kan worden gereduceerd.

2.3.1. *Ongevalsfactoren*

De factoren die een rol speelden bij het ongeval zijn geselecteerd uit een vaste set factoren die is gebaseerd op de lijst met factoren die gedefinieerd zijn binnen het Europese TRACE-project. Er is onderscheid gemaakt tussen algemene factoren (zichtomstandigheden, weersomstandigheden, bijzondere verkeerssituatie, gedrag van andere weggebruiker, verkeersdrukke), mensfactoren (fysieke en mentale toestand, ervaring, afleiding en risicogedrag), voertuigfactoren (mechanische problemen, achterstallig onderhoud, ontwerpfouten en lading) en wegfactoren (aspecten van de aanrijroute, wegomgeving, wegconditie, weginrichting en berminrichting). Een volledig overzicht van deze factoren is opgenomen in *Bijlage 6*. Voor elke factor is na overleg aangegeven of deze van toepassing was en in welke zin dit het geval was (bijvoorbeeld welke specifieke medische conditie een rol heeft gespeeld of welk aspect van de bocht heeft bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval). Daarnaast is aangegeven op welke informatiebron(nen) het team dit baseerde (interview, politiegegevens, weginspectie, voertuiginspectie), en hoe zeker het team ervan was dat deze factor een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het ongeval (twijfel, waarschijnlijk of zeer waarschijnlijk).

2.3.2. *Letselfactoren*

De factoren die een rol speelden bij het ontstaan van het letsel van een inzittende zijn eveneens geselecteerd uit een vooraf gedefinieerde lijst (zie *Bijlage 6*). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen letsel dat werd veroorzaakt door het niet of incorrect gebruik van beveiligingsmiddelen, letsel door contact met het eigen voertuig (zoals het dashboard, het stuur of de voorruit), letsel door contact met de omgeving (zoals wanneer men uit het voertuig wordt geslingerd of wanneer een boom door de ruit het voertuig binnenkomt), en letselverhogende omstandigheden zoals hoge rijsnelheid, voertuig te water en vertraagde hulp. Daarnaast is ook aangegeven of er sprake was van letselverlagende omstandigheden, bijvoorbeeld doordat men de gordel had gedragen en/of de airbag was uitgegaan. Net als bij de ongevalsfactoren is ook bij de letsselfactoren aangegeven welke informatie het team ertoe heeft gebracht om aan te nemen dat deze factor een rol heeft gespeeld en hoe zeker het team ervan is dat deze factor een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het letsel.

2.3.3. *Functionele fouten van de bestuurder van het voertuig*

Tijdens de bespreking van de ongevallen is ook nagegaan welke omissies van de verkeersdeelnemers een rol hebben gespeeld in het ontstaan van het ongeval (een omissie per verkeersdeelnemer). Voor het benoemen van deze omissies is aangesloten bij de indeling in functionele fouten die is opgesteld door het Franse instituut INRETS (nu IFSTTAR; Van Elslande et al., 1997) en die later ook is toegepast in het Europese TRACE-project (Van Elslande & Fouquet, 2007). De functionele fouten zijn gekoppeld aan de verschillende stadia van het informatieverwerkingsproces; er wordt dan ook onderscheid gemaakt tussen fouten die gemaakt worden in het stadium van:

- 1) de *detectie* van informatie;
- 2) de *interpretatie* van deze informatie en dus het interpreteren van de situatie waarin men zich bevindt;
- 3) de *voorspelling* van wat er komen gaat;
- 4) de *beslissing* wat te doen; en
- 5) de uitvoering van deze *actie*.

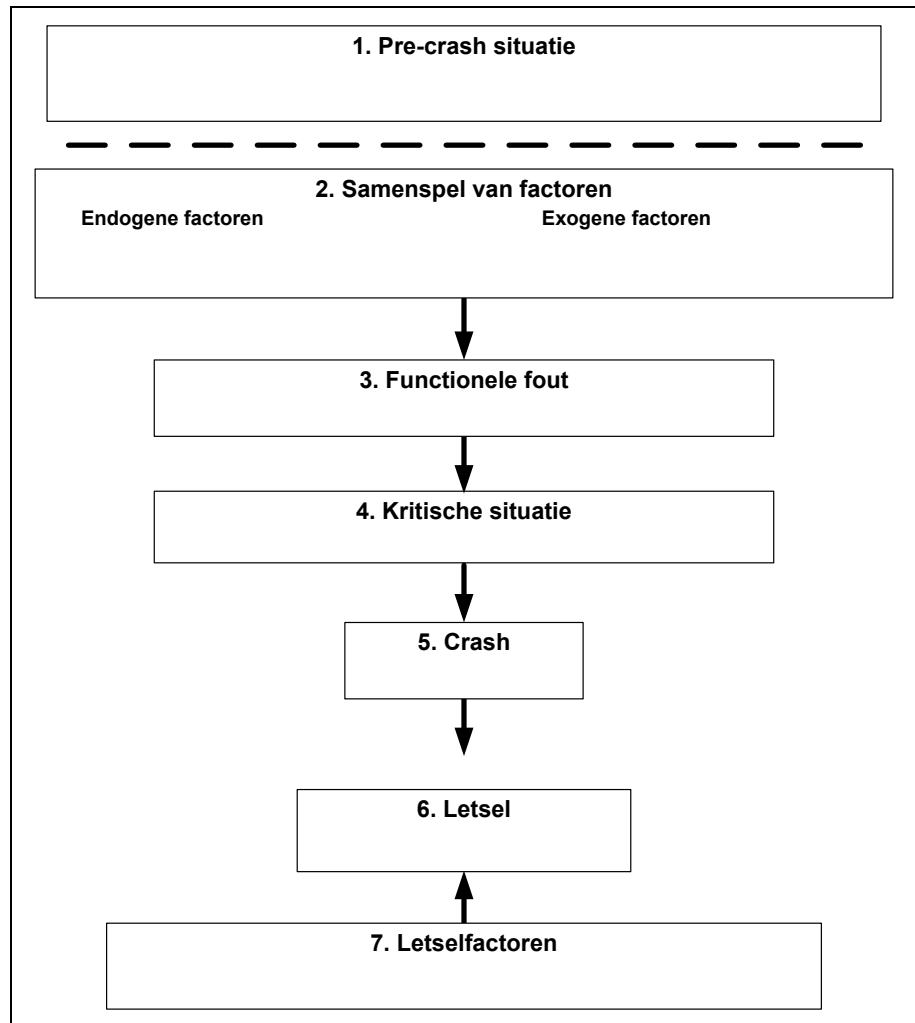
Er kan echter ook sprake zijn van een algeheel onvermogen tot informatieverwerking, zoals bij verlies van het bewustzijn of overmatig alcoholgebruik. Dergelijke 'fouten' worden ondergebracht in de (zesde) categorie *rijgeschiktheid*. Voorbeelden van functionele fouten zijn het niet detecteren van verkeersgerelateerde informatie omdat je met iets anders bezig bent (zoals de radio aanzetten of naar een reclamebord kijken) en het verkeerd inschatten van de complexiteit van de weg (zoals de boogstraal van een bocht). Een volledig overzicht van de functionele fouten die het SWOV-team heeft gebruikt is te vinden in *Bijlage 7*.

Het gebruik van de term 'fout' impliceert niet dat de verkeersdeelnemer daarmee schuldig is aan het ontstaan van het ongeval. Een functionele fout kan namelijk samenhangen met, of uitgelokt zijn door kenmerken van de verkeersdeelnemer, zijn of haar voertuig, een andere verkeersdeelnemer en/of kenmerken van de omgeving. Deze kenmerken komen overeen met (een deel van) de ongevalsfactoren die eerder besproken zijn. Zo kan het zijn dat een verkeersdeelnemer een bocht verkeerd inschat omdat hij of zij onervaren is en/of doordat het verloop van de bocht niet te overzien is. De functionele fout van de verkeersdeelnemer leidt op haar beurt tot een kritieke situatie (zoals de bocht niet kunnen houden), die afhankelijk van een al dan niet succesvol ingrijpen van de verkeersdeelnemer kan leiden tot een ongeval. De eerder besproken ongevalsfactoren spelen ook hier weer een rol. Zo zal de kans op een goede afloop kleiner zijn als de functionele fout wordt gemaakt door een verkeersdeelnemer die in een voor hem of haar onbekende auto rijdt, als de boogstraal te krap is gezien de aanwezige verkanting, en als het wegdek glad of nat is.

2.4. Beschrijving van de ongevalsscenario's

In de vorige paragraaf is aangegeven dat het uitgangspunt bij de analyse van ongevalsfactoren was dat een ongeval het gevolg is van een samenloop van omstandigheden en dat verschillende factoren een rol spelen bij het ontstaan van het ongeval. Deze samenhang van omstandigheden is ook terug te zien in de beschreven samenhang tussen ongevalsfactoren, functionele fouten en de aannemelijkheid dat een kritieke situatie nog hersteld kan worden, waardoor een ongeval voorkomen kan worden. Deze samenhang is voor alle ongevallen gevisualiseerd in de vorm van een of meer ongevalsscenario's. Voor elk ongeval is, voor elke bestuurder van een voertuig, een ongevalsscenario opgesteld. Hierbij is opnieuw aangesloten bij de werkwijze van INRETS en het Europese TRACE-project (respectievelijk Van Elslande et al., 1997; Van Elslande & Fouquet, 2007). Elk scenario is als volgt opgebouwd (zie *Afbeelding 2.4*):

1. *Pre-crash situatie*: Een korte beschrijving van de verkeerssituatie zoals die was vlak voor het ontstaan van het ongeval. Deze omschrijving omvat de leeftijd en het geslacht van de bestuurder van het voertuig, zijn/haar taak of manoeuvre (recht door, in bocht, afslaan), en de omstandigheden waarin hij of zij die taak verrichtte (tijdstip, licht- en weersomstandigheden, wegtype en toestand van het wegdek).



Afbeelding 2.4. De verschillende elementen van een ongevalsscenario.

2. *Samenspel van factoren*: Een opsomming van de ongevalsfactoren met per factor vermeld hoe zeker de rol van deze factor is (Twijfel, Waarschijnlijk, Zeer Waarschijnlijk). Bij deze opsomming wordt onderscheid gemaakt tussen endogene (alle mensfactoren) en exogene factoren (de overige factoren). Als het onbekend was of een factor een rol had gespeeld, bijvoorbeeld omdat er geen interview had plaatsgevonden en er ook geen andere informatie was die duidelijkheid kon verschaffen over de relevantie van deze factor, dan wordt dit ook expliciet vermeld.
3. *Functionele fout*: De functionele fout van de bestuurder van het voertuig.
4. *Kritische situatie*: De verstoorde verkeerssituatie die het gevolg is van de functionele fout.
5. *Crash*: Een beschrijving van de botsfase.
6. *Letsel*: De letsels van alle inzittenden van het voertuig.
7. *Letselfactoren*: Per inzittende een opsomming van de letselvergroten- en letselverlagende factoren.

2.5. Van scenario's naar prototypen

Individuele ongevallen vormen over het algemeen geen goede basis om maatregelen te formuleren (zie bijvoorbeeld Davidse, 2003). Het feit dat een bepaalde samenloop van omstandigheden tot dat ongeval heeft geleid, wil niet zeggen dat deze combinatie altijd tot een ongeval zal leiden. Beleid dat gericht is op het beïnvloeden van deze (combinatie van) factoren hoeft dus niet te leiden tot een reductie van het aantal ongevallen. Een set ongevallen die stuk voor stuk gekenmerkt worden door een vergelijkbare samenloop van omstandigheden, geeft meer inzicht in maatregelen waarmee ongevallen van dit type in de toekomst voorkomen kunnen worden. Doordat de onderhavige dieptestudie gericht is op een specifiek type ongevallen, geeft een frequentie-analyse van de ongevalsfactoren al enig inzicht in aanknopingspunten voor maatregelen. Het is echter informatiever om te kijken naar ongevallen met een vergelijkbaar scenario. Met dit doel zijn de ongevalsscenario's in groepen ingedeeld met binnen elke groep een zo homogeen mogelijke set van scenario's. Elke set van scenario's is vervolgens samengevat in de vorm van een prototype. Dit prototypisch scenario kan beschouwd worden als de grootste gemene deler van de scenario's die het vertegenwoordigt. Het is dus niet een bestaand ongeval, maar een karakteristieke beschrijving van een subtype. De ongevalsfactoren die zijn opgenomen in een prototypisch scenario geven vervolgens aanknopingspunten voor maatregelen die genomen kunnen worden ter reductie van het aantal ongevallen van dat subtype.

Om subjectiviteit in de groepsindeling te voorkomen, is de indeling in groepen (of subtypen) tot stand gekomen door gebruik te maken van een sorteertaak. Drie teamleden kregen ieder de opdracht om de geprinte ongevalsscenario's in groepen in te delen. De enige aanwijzing die zij daarbij kregen was dat de scenario's binnen een groep zo veel mogelijk overeen moesten komen op zo veel mogelijk elementen van het scenario. Nadat zij de scenario's hadden gesorteerd, is hen gevraagd deze per groep van een label te voorzien en aan te geven welk ongevalsscenario die groep het best vertegenwoordigt. Vervolgens zijn de groepsindelingen gezamenlijk vergeleken. Daarbij werd eerst vastgesteld wat de mate van overeenstemming was, waarna in overleg een groepsindeling werd vastgesteld die zo goed mogelijk aansloot bij elk van de door de drie teamleden gemaakte indelingen. De zo verkregen subtypen werden van labels voorzien. Vervolgens is voor elk subtype een prototypisch scenario opgesteld.

Uit de karakteristieke ongevalspatronen van de geïdentificeerde subtypen en de factoren die daar een rol in spelen, is vervolgens afgeleid hoe deze patronen doorbroken kunnen worden. Daarmee wordt duidelijk welke aanknopingspunten er zijn voor maatregelen om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen.

3. Resultaten: beschrijving van bermongevallen

Dit hoofdstuk presenteert een overzicht van de bermongevallen die in de periode van september 2009 tot en met oktober 2010 plaatsvonden in het werkgebied van het SWOV-team en die het team heeft bestudeerd. In *Paragraaf 3.1* worden deze ongevallen op hoofdlijnen besproken: waar en wanneer vonden ze plaats, wie waren erbij betrokken en wat was het gevolg in termen van letsels. Op basis van een detailanalyse van de bermongevallen zijn vier subtypen geïdentificeerd. In *Paragraaf 3.2* worden deze subtypen besproken. Voor elk van de subtypen wordt het prototypisch scenario getoond en wordt beschreven welke ongevalsfactoren ten grondslag liggen aan dat type bermongeval. Het hoofdstuk wordt in *Paragraaf 3.3* afgesloten met een samenvatting van de belangrijkste ongevals- en letsel-factoren. Deze factoren geven aanknopingspunten voor maatregelen die genomen kunnen worden om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen of de letselernst van deze ongevallen terug te dringen.

3.1. Algemene karakteristieken

In de periode van 1 september 2009 tot en met 31 oktober 2010 heeft het SWOV-team gegevens verzameld over 28 bermongevallen die in die periode in de regio's Haaglanden en Hollands Midden hebben plaatsgevonden. Bij deze bermongevallen waren in totaal 31 bestuurders van voertuigen betrokken; in drie gevallen raakte de bestuurder die in de berm was geraakt namelijk ook een andere weggebruiker. Alle bestuurders reden in een personenauto en zijn derhalve automobilist. In het vervolg worden de termen bestuurder en automobilist afwisselend gebruikt.

In de nu volgende paragrafen staat beschreven wat de kenmerken zijn van de 28 bestuurders die in de berm raakten, de 28 ongevallen die daarvan het gevolg waren, en het letsel van alle 53 betrokken verkeersdeelnemers (inclusief andere inzittenden van de betrokken voertuigen). De lezer dient zich bij het lezen van dit overzicht te realiseren dat één ongeval een aandeel vertegenwoordigt van 4% van de totale set. Enkele ongevallen meer of minder leidt bij een vergelijking van aandelen (in percentages) dus al snel tot grote verschillen.

3.1.1. Bestuurderskenmerken

In 79% van de gevallen was de bestuurder die in de berm raakte een man. Circa een kwart van deze mannen (21%) behoorde tot de groep van 18- t/m 24-jarigen. Dit is tevens de totale groep van jonge automobilisten (21%); de vrouwelijke automobilisten waren alle ouder dan 24 jaar (zie *Tabel 3.1*).

Een vergelijking met het aandeel van jongeren in het totale rijbewijsbezit en hun aandeel in het totaal aantal kilometers dat zij als automobilist afleggen, leert dat de jonge bestuurders als groep duidelijk oververtegenwoordigd zijn onder de bestuurders die in de berm raken en vervolgens bij een bermongeval betrokken raken (zie *Tabel 3.2*). Ook bestuurders van 25 t/m 39 jaar lijken relatief vaak bij bermongevallen betrokken te zijn.

	Man	Vrouw	Totaal
18-24 jaar	6 (21%)	0 (0%)	6 (21%)
25-29 jaar	3 (11%)	1 (4%)	4 (14%)
30-39 jaar	5 (18%)	3 (11%)	8 (29%)
40-49 jaar	1 (4%)	1 (4%)	2 (7%)
50-59 jaar	3 (11%)	1 (4%)	4 (14%)
60-74 jaar	2 (7%)	0 (0%)	2 (7%)
75 jaar of ouder	2 (7%)	0 (0%)	2 (7%)
Totaal	22 (79%)	6 (21%)	28 (100%)

Tabel 3.1. *Bestuurders die in de berm zijn geraakt en vervolgens bij een ongeval betrokken waren, naar leeftijd en geslacht (aantal en percentage van het totaal).*

In de rechter kolom van *Tabel 3.2* is aangegeven welk aandeel de verschillende leeftijdsgroepen – als bestuurder van een personenauto – hebben bij ernstige ongevallen (dodelijk of MAIS2+). De bovenmatige betrokkenheid van 18- t/m 29-jarige automobilisten bij bermongevallen lijkt van dezelfde orde als hun bovenmatige betrokkenheid bij ernstige ongevallen in het algemeen. De 30- t/m 39-jarigen lijken echter vooral vaak betrokken te zijn bij bermongevallen.

	Betrokkenheid bij de bestudeerde bermongevallen, als bestuurder die in de berm raakte (n=28)	Rijbewijsbezit (B)*	Bestuurderskm personenauto*	Betrokkenheid bij ernstige ongevallen als bestuurder van personenauto** (2007-2009)
18-24 jaar	21%	8%	5%	19%
25-29 jaar	14%	8%	8%	11%
30-39 jaar	29%	19%	23%	20%
40-49 jaar	7%	23%	28%	19%
50-59 jaar	14%	19%	21%	13%
60-74 jaar	7%	18%	13%	12%
75+	7%	5%	2%	5%
Totaal	100%	100%	100%	100%

* MobiliteitsOnderzoek Nederland 2007-2009, CBS
** BRON (IenM) en Landelijke Medische Registratie LMR (Dutch Hospital Data DHD)

Tabel 3.2. *Aandeel van bestuurders van verschillende leeftijdsgroepen in het totaal aantal bestuurders dat in de berm raakt en vervolgens bij een bermongeval betrokken is, in het rijbewijsbezit, in het aantal bestuurderskilometers (personenauto) en in het totaal aantal autobestuurders dat betrokken is bij een door de politie geregistreerd ernstig verkeersongeval.*

Alcoholgebruik

Van de 28 bestuurders die in de berm raakten, zijn er 18 (64%) gecontroleerd op het gebruik van alcohol. Eén van hen bleek onder invloed van alcohol (bloedalcoholgehalte (BAG) van meer dan 0,5‰). Dit betekent dat voor 4% van de 28 bestuurders die in de berm raakten is aangetoond dat men onder invloed was van alcohol. Uitgaande van de groep waarvan het alcoholgebruik is gecontroleerd, bleek 6% van de bestuurders onder invloed van alcohol (BAG > 0,5‰). Van de twaalf bestuurders waarvan het alcoholgebruik niet werd bepaald, hoefden er twee niet te blazen omdat er geen vermoeden was van alcoholgebruik, vijf konden vanwege letsel niet blazen en van vijf anderen is niet duidelijk waarom zij niet hoefden te blazen. Het in deze studie aangetroffen percentage automobilisten dat onder invloed van alcohol betrokken was bij een bermongeval is vergelijkbaar met het landelijk percentage automobilisten dat volgens het BRON-bestand (periode 2007-2009) onder invloed van alcohol was op het moment dat ze betrokken waren bij een ernstig verkeersongeval; dit percentage bedroeg eveneens 4%. Deze cijfers lijken erop te wijzen dat rijden onder invloed niet vaker voorkomt bij automobilisten die in de berm raken dan bij automobilisten die bij andere typen ongevallen betrokken zijn. Gezien het geringe aantal ongevallen en alcoholmetingen waarop deze cijfers zijn gebaseerd, is het echter niet legitiem dergelijke conclusies te trekken.

Tijdstip waarop het ongeval plaatsvond

Zevenenvijftig procent van de bermongevallen vond plaats in het weekend, en 14% vond plaats in een weekendnacht (zie *Tabel 3.3*). Het percentage ongevallen dat in het weekend plaatsvindt, ligt beduidend hoger dan bij het referentiekader dat hier wordt gehanteerd (totaal aantal ernstige ongevallen buiten de bebouwde kom in Nederland waarbij minimaal één personenauto betrokken was); daar vindt 31% van de ongevallen in het weekend plaats. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het hoge percentage bermongevallen dat plaatsvindt op een weekenddag (43%). Van de vier bermongevallen die in een weekendnacht plaatsvonden, was de bestuurder in de helft van de gevallen een jonge mannelijke bestuurder.

	Bestudeerde bermongevallen (n=28)	Alle ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom in Nederland (2007-2009)
Weekdag	36%	62%
Weeknacht	7%	7%
Weekenddag	43%	22%
Weekendnacht	14%	10%
Totaal	100%	100%

Tabel 3.3. Tijdstip waarop de ongevallen plaatsvonden; bestudeerde bermongevallen en alle geregistreerde ernstige ongevallen in Nederland buiten de bebouwde kom (weekendnachten: vrijdag op zaterdag, zaterdag op zondag en zondag op maandag, van 22.00 tot 6.00 uur).

3.1.2. Ongevalsekenmerken

Circa de helft van de bestudeerde bermongevallen (54%) vond plaats op een 80km/uur-weg. Dit percentage komt overeen met het aandeel van 80km/uur-wegen in de totale weglengte in Nederland (zie *Tabel 3.4*). In vergelijking met het aandeel van 80km/uur-wegen in de totale weglengte binnen het onderzoeksgebied is het aandeel bermongevallen op 80km/uur-wegen echter ongeveer twee keer zo groot. Vergelijkingen met de aandelen van 80km/uur-wegen als ongevalslocaties voor *alle* ernstige verkeersongevallen buiten de bebouwde kom in Nederland en in het onderzoeksgebied geven dezelfde resultaten: in vergelijking met het aandeel ernstige ongevallen op 80km/uur-wegen in Nederland is het aandeel bermongevallen op 80km/uur-wegen niet groot, terwijl er in vergelijking met de regio waarin het onderzoek plaatsvond sprake is van een oververtegenwoordiging van 80km/uur-wegen als locatie van bermongevallen. Dit verschil duidt er in ieder geval op dat de samenstelling van het wegennet in het onderzoeksgebied niet representatief is voor Nederland: in het onderzoeksgebied liggen relatief weinig 80km/uur-wegen en relatief veel 60km/uur-wegen. Op de aanwezige 80km/uur-wegen vonden relatief veel bermongevallen plaats. Op de 60km/uur-wegen vonden – in vergelijking met de weglengte – relatief weinig bermongevallen plaats. Eigenlijk ligt het in *Tabel 3.4* vermelde percentage (21%) nog lager. Twee van de ongevallen die in dat percentage zijn opgenomen vonden namelijk plaats op een 50km/uur-weg. Aangezien de betreffende weg (beide ongevallen vonden plaats op dezelfde weg) echter de allure had van een 60km/uur-weg, werd besloten de ongevallen toch op te nemen in de selectie van te bestuderen bermongevallen.

	Bestudeerde bermongevallen (n=28)	Weglengte buiten bebouwde kom (NWB, 2009)		Alle ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom (2007-2009)	
		Regio	Nederland	Regio	Nederland
60km/uur-wegen	21%	56%	35%	41%	21%
70km/uur-wegen	7%	2%	1%	4%	4%
80km/uur-wegen	54%	29%	56%	28%	53%
100km/uur-wegen	18%	6%	3%	12%	8%
Overige wegen	valt buiten de selectie	7%	5%	15%	15%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 3.4. Aandeel van de wegtypen buiten de bebouwde kom als locatie van bermongevallen buiten de bebouwde kom, in de totale weglengte buiten de bebouwde kom en in het totaal aantal geregistreerde ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom.

Op 100km/uur-wegen vonden ook relatief veel bermongevallen plaats. Het aandeel van deze wegen in het totaal aantal bermongevallen ligt hoger dan het aandeel dat deze wegen hebben in de totale weglengte in het onderzoeksgebied én in het totaal aantal ernstige ongevallen met minimaal

één personenauto. Gezien het geringe aantal ongevallen waarop deze cijfers zijn gebaseerd, is het echter niet legitiem hier conclusies aan te verbinden.

Locatie van het ongeval

Ongeveer de helft van de 28 bermongevallen (46%) vond plaats in of bij een bocht en 50% vond plaats op een recht wegvak (*Tabel 3.5*). Voor één ongeval (4%) was het niet mogelijk om, met de beschikbare gegevens, de exacte ongevalslocatie te bepalen. In vergelijking met alle ernstige ongevallen met één of meer personenauto's buiten de bebouwde kom gebeuren bermongevallen relatief vaak in of bij een bocht.


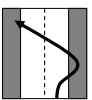
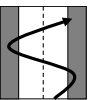
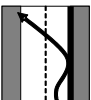



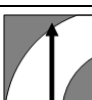

	Bestudeerde bermongevallen (n=28)	Alle ernstige ongevallen met een personenauto buiten de bebouwde kom (2007-2009)	
		Regio	Nederland
Rechtstand	50%	37%	34%
Bocht	46%	10%	16%
Kruispunt	-	53%	50%
Onbekend	4%	-	-
Totaal	100%	100%	100%

Tabel 3.5. Locaties waar bermongevallen hebben plaatsgevonden; bestudeerde bermongevallen en alle geregistreeerde ernstige ongevallen buiten de bebouwde kom in het onderzoeksgebied en in Nederland.

Ongevalsverloop

Tijdens een nadere analyse van de bermongevallen (zie *Paragraaf 2.3*) is onder meer nagegaan op welk moment de bestuurder in de berm kwam en of deze berm links of rechts van de weg lag. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in *Tabel 3.6*. Deze tabel is gebaseerd op 27 van de 28 ongevallen. Van één ongeval was namelijk te weinig informatie beschikbaar om vast te stellen waar het ongeval had plaatsgevonden. Aangezien van ditzelfde ongeval ook geen interview beschikbaar was, werd besloten dit ongeval niet nader te analyseren.

De pictogrammen zijn geordend naar de berm waar het voertuig als eerste in de berm raakte (rechts in de berm, A t/m D, gevolgd door links in de berm E t/m G). Daarbinnen is onderscheid gemaakt naar ongevallen waarbij de bestuurder in de eerste berm tot stilstand is gekomen (A, E en G) en ongevallen waarbij de bestuurder uit de berm kon komen maar vervolgens doorschoot naar de andere berm (B, C, D en F). De ongevallen waarbij de bestuurder rechtdoor is gereden in een bocht (H en I), zijn als aparte categorie onderscheiden. Als de bestuurder in een bocht echter slechts de berm heeft geschampt en vervolgens de controle over zijn voertuig is verloren, is het ongeval bij een van de categorieën A t/m G ondergebracht. Tot slot dient te worden opgemerkt dat een bestuurder die in de berm raakt en daar weer veilig uit kan sturen, zonder dat hij daarbij een andere verkeersdeelnemer raakt, volgens de definitie van deze dieptestudie – op dat moment – niet betrokken is bij een bermongeval.

Ongevalsverloop	Geanalyseerde bermongevallen (n=27)
A. 	8 (30%)
B.  of C.  of D. 	10 (37%)
E. 	3 (11%)
F.  of G. 	2 (7%)
H. 	3 (11%)
I. 	1 (4%)

Tabel 3.6. *Ongevalsverloop van de 27 geanalyseerde ongevallen (de pictogrammen zijn gebaseerd op werk van LAB (zie CEESAR & ACEA, 2001)).*

Het blijkt dat de bestuurder in 15% van de gevallen in de berm raakte doordat hij rechtdoor reed in een bocht. Bij een bocht naar rechts (11% van de gevallen) betekent dit dat de bestuurder mogelijk het pad van een tegenligger kruiste. Dat is ook het geval bij ongevallen waarbij een bestuurder – om wat voor reden dan ook – links in de berm raakte (18% van de geanalyseerde ongevallen; situaties E, F en G) en bij ongevallen waarbij de bestuurder in eerste instantie rechts in de berm raakte, vervolgens corrigeerde en daarna de weg kruiste om links in de berm tot stilstand te komen of andersom (37% van de geanalyseerde ongevallen; situaties B, C en D). In totaal kruiste de bestuurder bij meer dan de helft van de geanalyseerde bermongevallen (66%) de rijstrook voor tegemoetkomend verkeer of – in het geval van gescheiden rijbanen – een naastgelegen rijstrook voor verkeer dat in dezelfde rijrichting reed. In slechts drie van de geanalyseerde bermongevallen (11%) werd daadwerkelijk een medeweggebruiker geraakt. In alle gevallen was dit een personenauto die in de tegengestelde rijrichting reed en geraakt werd door een bestuurder die rechts in de berm was geraakt en vervolgens terug op de rijbaan kwam.

3.1.3. Letselkenmerken

Bij de 27 nader bestudeerde bermongevallen waren in totaal 30 voertuigen betrokken met daarin 52 inzittenden (één inzittende vertegenwoordigt daarmee een aandeel van 2% van de totale set). De ernst van het letsel van deze inzittenden varieerde van geen letsel (16 inzittenden) tot overleden (4

inzittenden). Voor negen inzittenden was het letsel onbekend en van vier inzittenden was het niet mogelijk de ernstscore te bepalen omdat de omschrijving van het letsel niet specifiek genoeg was (bijvoorbeeld pijnlijke ribben of pijnlijke rechterknie). Gezien de omschrijving en het feit dat de inzittenden voor het letsel niet onder behandeling zijn geweest van een arts, gaat het hier vermoedelijk om licht letsel.

Voor de meeste gewonde inzittenden waarvoor wel AIS-scores konden worden bepaald, werd de ernst van het letsel vastgesteld op MAIS 1 (11 inzittenden) of MAIS 2 (7 inzittenden). Voor één inzittende bleek de ernst van het letsel overeen te komen met MAIS 4 (zie *Tabel 3.7*). De vier inzittenden die als gevolg van hun letsel zijn overleden, hadden een MAIS variërend van 4 tot 6.

Letselernst	Inzittenden (n=52)
Geen letsel	16 (31%)
Licht letsel	4 (8%)
MAIS 1 (bijv. schaafwonden, 1 gebroken rib en/of hersenschudding zonder verlies bewustzijn)	11 (21%)
MAIS 2 (bijv. kneuzing organen, gebroken arm, 2 gebroken ribben, en/of hersenschudding met bewustzijnsverlies < 1 uur)	7 (13%)
MAIS 3 (bijv. open of complexe arm of beenbreuk en/of meer dan 2 ribben gebroken)	-
MAIS 4 (bijv. bijna-verdrinking met neurologisch falen en/of gescheurde aorta in de buikholte)	2 (4%)
MAIS 5 (bijv. verdrinking met hartstilstand en/of dislocatie van de ruggengraat)	1 (2%)
MAIS 6 (bijv. hoge dwarslaesie, diverse schedelfracturen)	2 (4%)
Onbekend	9 (17%)
Totaal	52 (100%)

Tabel 3.7. Ernst van het letsel van inzittenden van voertuigen die bij een bermongeval betrokken waren. De genoemde letsels zijn de letsels die horen bij de maximale ernst (MAIS). Daarnaast kan het slachtoffer nog andere, lichtere verwondingen hebben opgelopen.

In Nederland wordt een verkeersslachtoffer sinds 2009 pas als 'ernstig gewond' beschouwd als deze in het ziekenhuis opgenomen is geweest en een MAIS heeft van ten minste 2 (zie Reurings & Bos, 2009). Niet alle inzittenden uit *Tabel 3.7* waaraan een MAIS-score is toegekend zijn in het ziekenhuis opgenomen. Anderen zijn alleen ter observatie opgenomen, waarna geen letsel werd geconstateerd. Op basis van de letsel-omschrijvingen van deze inzittenden konden soms wel AIS-scores worden bepaald, maar deze (veelal lichte) AIS-scores en de bijbehorende MAIS zouden volgens de internationale definities dus niet zijn toegekend (zie *Paragraaf 2.2.4*). Uitgaande van de cijfers in *Tabel 3.7*, raakte 15% van de inzittenden van voertuigen die betrokken waren bij een bermongeval ernstig verkeersgewond (exclusief overledenen). Daarnaast is 8% van de inzittenden overleden (vier slachtoffers met een MAIS van 4 tot 6).

3.1.4. Letselfactoren

Voor iedere inzittende met letsel is tijdens de nadere analyse ook vastgesteld welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het letsel én welke beveiligingsmiddelen het ontstaan van ernstiger letsel hebben voorkomen. Bij 26 inzittenden (50%) heeft het dragen van de gordel (zeer) waarschijnlijk bijgedragen aan de reductie van letsel en bij tien van hen droeg de airbag daar ook aan bij. Vijf inzittenden (10%) droegen de gordel niet of konden deze niet dragen omdat deze niet aanwezig was. Bij 19 inzittenden was de rol van beveiligingsmiddelen in de letselverlaging onbekend; het gebruik van de beveiligingsmiddelen en/of het letsel waren dan onbekend.

Het dragen van de gordel heeft in een aantal gevallen ook tot letsel geleid; vijf inzittenden (10%) hadden letsel door de gordel, wat varieerde van striemen en blauwe plekken tot pijnlijke ribben en een gebroken sleutelbeen (AIS van ten hoogste 2). Letsel door het uitvouwen van de airbag werd bij vier inzittenden (8%) geconstateerd. Dit letsel varieerde van brandwondjes in het gezicht tot een gebroken duim en middenhandsbeentje (AIS van ten hoogste 2). Bij twaalf inzittenden (23%) had een airbag waarschijnlijk letsel kunnen voorkomen als deze aanwezig was geweest. In tien gevallen betrof dit een reguliere voorairbag en in twee gevallen had een zij- of gordijnairbag het letsel kunnen voorkomen. Bij drie inzittenden met letsel waarvoor de airbag had kunnen beschermen was de airbag wel aanwezig, maar is deze niet uitgevouwen (6%).

De meest voorkomende letsselfactor is contact met het voertuiginterieur: 19 inzittenden (37%) liepen letsel op door contact met het interieur, waarbij contact met de portier (driemaal), het stuur (viermaal), het dashboard (driemaal) en de zij- of voorruit (vijfmaal) het meest voorkwamen.

Het ernstigste letsel ontstond bij ongevallen waarbij het voertuig te water raakte. Twee voertuigen met in totaal drie inzittenden zijn op de kop in het water terechtgekomen. Twee van de drie inzittenden konden niet tijdig uit het voertuig komen, waardoor zij een zuurstoftekort opliepen. Een van hen is later overleden en had een MAIS van 5, de letselernst van de ander is vastgesteld op MAIS 4.

Bij twee andere dodelijke ongevallen met in totaal drie overleden inzittenden was er sprake van een botsing met een vast object. Beide objecten (een boom en een niet-botsvriendelijke lichtmast) stonden binnen de gewenste obstakelvrije zone gegeven de snelheidslimiet van de betreffende weg (CROW, 2004a). Dit betekent dat de voertuigen bij het in de berm raken niet veilig tot stilstand konden komen. Bij de botsing met de boom traden de aanwezige beveiligingsmiddelen wel in werking. Deze middelen hebben – mede door de locatie van de impact – een van de inzittenden echter niet kunnen beschermen tegen de impact van de boom die het voertuig binnendrong. Bij de botsing met de lichtmast hadden de twee overleden inzittenden geen bescherming van beveiligingsmiddelen (niet aanwezig). Andere letselverhogende omstandigheden die bij dit ongeval een rol speelden waren het uit het voertuig geslingerd worden van een van de inzittenden en het over de kop gaan van het voertuig.

In totaal zijn elf voertuigen (37%) tijdens het ongeval over de kop gaan of op de kop landen; tien voertuigen die in de berm raakten en een tegenligger. Van het totaal aantal inzittenden zaten er 21 (40%) in een voertuig dat over de kop ging of op de kop belandde. Van twaalf van deze inzittenden was bekend dat ze als gevolg van het ongeval letsel hebben opgelopen (vier hadden geen letsel, van vijf inzittenden was het letsel niet bekend). Voor tien van hen (19% van het totaal) werd dit letsel (onder meer) in verband gebracht met het over de kop gaan of op de kop terechtkomen van het voertuig waarin zij zaten.

Een laatste factor die bij een aantal inzittenden heeft bijgedragen aan het opgelopen letsel, is de snelheid van het eigen voertuig (driemaal) of die van de botspartner (tweemaal). In het laatste geval heeft de snelheid van de botspartner, in combinatie met de locatie van de impact, er waarschijnlijk toe geleid dat het voertuig van de inzittenden is omgerold.

3.2. Subtypen van bermongevallen

Voor 27 van de 28 bermongevallen werd een scenario (zie *Paragraaf 2.4*) opgesteld. Van één ongeval was namelijk te weinig informatie beschikbaar om te kunnen bepalen welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. De scenario's van de 27 ongevallen werden met behulp van een sorteertaak (zie *Paragraaf 2.5*) ingedeeld in subtypen van vergelijkbare scenario's. Dit resulteerde in vier subtypen en een restgroep van scenario's waarover te weinig informatie bekend was om deze goed te kunnen indelen.

In eerste instantie deelden de drie teamleden die de sorteertaak uitvoerden de 27 ongevallen in respectievelijk vijf, zeven en acht groepen in. Na een vergelijking van deze groepen bleek dat deze sterke overeenkomsten vertoonden, zeker wanneer sommige groepen werden samengenomen. Na samenvoeging van twee volledige groepen van een teamlid, kwam de nieuwe groep namelijk nagenoeg overeen met de groep die de andere twee teamleden hadden gevormd. Op deze wijze zijn in totaal vier keer twee groepen samengevoegd. Daarna was er tussen de teamleden volledige overeenstemming (100%) over de subtypen waartoe 20 van de 27 ongevallen behoren. In vier andere gevallen hadden twee van de drie teamleden het ongeval tot hetzelfde subtype gerekend (67% overeenstemming) en in drie gevallen had elk van de drie teamleden het ongeval bij een ander subtype ingedeeld. De drie teamleden waren het na een inhoudelijke discussie wel eens over de uiteindelijke indeling in vier subtypen en een restgroep.

De restgroep bestond uit zes ongevallen waarover te weinig informatie was om deze goed te kunnen indelen. Elk van de teamleden had om deze reden een of twee restgroepen geformeerd. Bij alle zes ongevallen ontbrak in de bijbehorende scenario's de functionele fout die de bestuurder had gemaakt. Dit kwam onder meer doordat de bestuurder van het voertuig niet wilde meewerken aan een interview. In veel gevallen (67%) betrof dit een vrouw. Zoals vermeld in *Paragraaf 2.2.1* wilde geen van de zes vrouwelijke bestuurders die bij een bermongeval betrokken waren meewerken aan een interview. De scenario's van vier van hen kwamen mede daardoor in de restgroep terecht. De vrouwelijke bestuurders zijn daarmee oververtegenwoordigd in deze restgroep. In de vier subtypen zijn zij waarschijnlijk

ondervertegenwoordigd. De ongevallen uit de restgroep worden in het vervolg van dit hoofdstuk niet verder besproken.

De vier subtypen zijn nader bestudeerd, waarna voor elk subtype een prototype is opgesteld. Deze vier subtypen van bermongevallen kunnen als volgt worden benoemd:

- het gekozen rijgedrag is risicovol gezien de verkeerssituatie (26%);
- tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie (26%);
- niet-verkeersgerelateerde afleiding (7%);
- afwijkende koers onder invloed van een externe verkeersgerelateerde factor (19%).

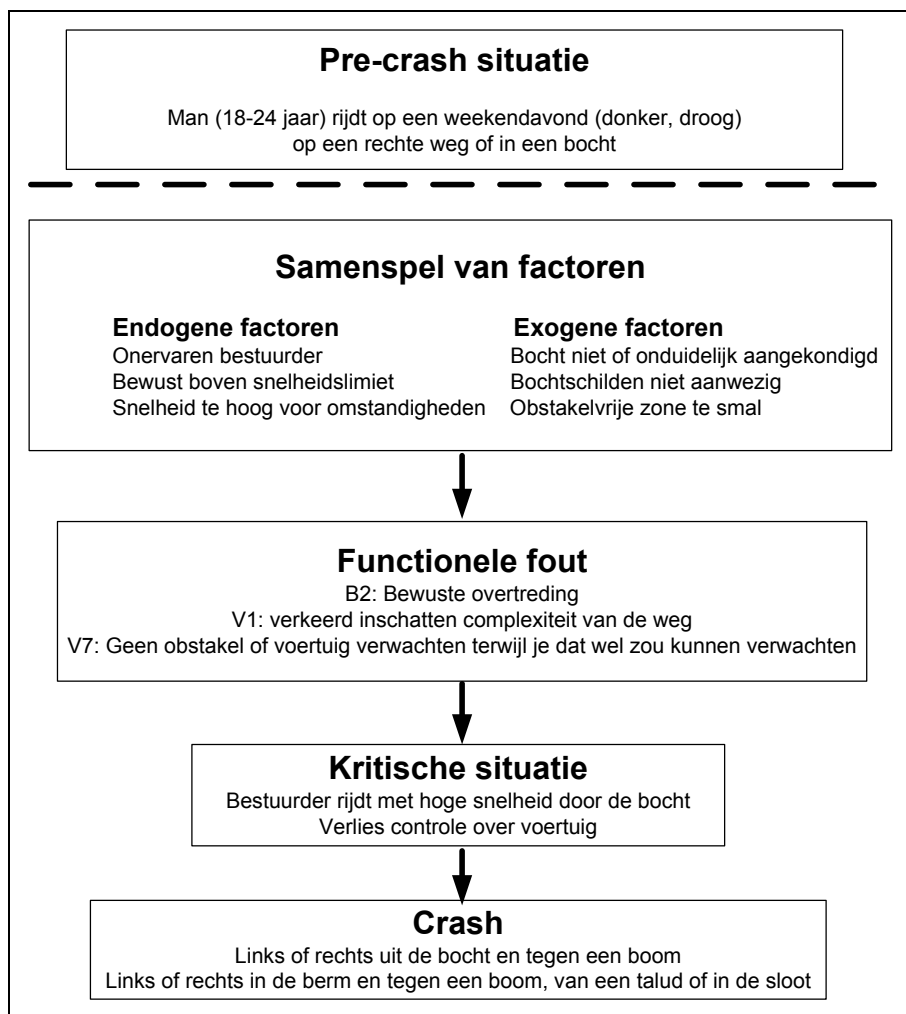
In de volgende paragrafen wordt elk van deze subtypen nader beschreven. Daarbij komen achtereenvolgens aan bod: 1) een beschrijving van het prototypisch scenario, 2) enkele karakteristieken van het subtype, 3) de belangrijkste ongevalsfactoren, en 4) de karakteristieke functionele fouten. Met deze beschrijvingen wordt een beeld geschetst van de omstandigheden waarin de verschillende typen bermongevallen plaatsvinden.

3.2.1. *Subtype 1: Het gekozen rijgedrag is risicovol gezien de verkeerssituatie*

Zeven van de 27 ongevallen (26%) werden gerekend tot het subtype dat omschreven werd als ongevallen waarbij het gekozen rijgedrag risicovol was gezien de verkeerssituatie. Voor zes van de zeven ongevallen is het evident dat ze tot dit type behoren (100% overeenstemming tussen de beoordelaars). Voor één ongeval is het minder duidelijk; de gekozen rijnsnelheid was wel te hoog gezien de verkeerssituatie, maar de toestand van het wegdek (glad) speelde ook een grote rol.

3.2.1.1. Beschrijving van het prototypisch scenario

Het karakteristieke ongeval van dit type ontstaat nadat een onervaren, jonge mannelijke bestuurder, die tijdens een weekendavond met leeftijdgenoten in de auto zit, een risico neemt door in te halen waar dat eigenlijk niet kan of door met grote snelheid een bocht te nemen (zie *Afbeelding 3.1*). Dit risico kan bewust genomen zijn, maar kan ook het gevolg zijn van het overschatten van de eigen rijvaardigheid. De hoge rijnsnelheid in de bocht kan samenhangen met het ontbreken van een waarschuwing voor een krappe bocht en/of de geleiding van die bocht. De bestuurder verliest vervolgens de controle over het voertuig en botst tegen een obstakel dat binnen de obstakelvrije zone staat die gewenst is bij de snelheidslimiet van de betreffende weg. Als gevolg van het ongeval komt de bestuurder of zijn inzittende te overlijden (met een MAIS van 4 tot 6) of raakt hij licht tot matig gewond (MAIS van 1 of 2).



Afbeelding 3.1. Prototypisch scenario voor het subtype 'Gekozen rijgedrag is risicovol gezien de verkeerssituatie'.

3.2.1.2. Algemene karakteristieken van dit subtype

In alle gevallen was de bestuurder van het betrokken voertuig een mannelijke automobilist. Vier van de zeven automobilisten (57%) waren jonger dan 25 jaar en deze jonge bestuurders hadden allen één of meer leeftijdgenoten in de auto.

Vier van de bestuurders die in de berm raakten zijn door de politie ter plaatse gecontroleerd op alcoholgebruik. Geen van hen had een waarde die boven de wettelijke limiet lag (bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5‰). Van de drie overige bestuurders was het eenmaal niet bekend of de politie het alcoholgebruik heeft gecontroleerd en tweemaal vermeldde de politie dat het vanwege het letsel niet mogelijk was om het alcoholgebruik (met een blaastest) te controleren. Daarop heeft de politie bloed laten afnemen. Geen van beide bestuurders bleek onder invloed van alcohol te zijn. Eén van deze bestuurders was wel onder invloed van drugs.

Vijf van de zeven ongevallen (71%) vonden plaats op een weekendavond na zonsondergang (donker) of tijdens een weekendnacht (vrijdag, zaterdag of zondag na 22.00 uur). In evenzoveel gevallen (71%) waren de weg- en

weersomstandigheden gunstig (droog). Eenmaal was het regenachtig en was het wegdek dus nat, en eenmaal was het wegdek glad door ijs.

Vier van de zeven ongevallen vonden plaats in een bocht (57%), één bij een afrit en twee op een rechte weg. De snelheidslimiet op de locatie van het ongeval was bij vier van de zeven ongevallen 50 km/uur (alle in een bocht). In twee gevallen was deze limiet het gevolg van een tijdelijke verlaging van de snelheidslimiet (80 km/uur) vanwege een bocht. In de twee andere gevallen was de limiet van de aanrijroute 60 km/uur en had ook het wegvak van de ongevalslocatie – ondanks de overgang naar de bebouwde kom en de snelheidslimiet van 50 km/uur – de allure (en markering) van een erftoegangsweg buiten de bebouwde kom.

Bij de zeven bermongevallen van dit type waren acht voertuigen betrokken met in totaal twintig inzittenden. De helft van de acht voertuigen ging tijdens het ongeval over de kop (50%). In één geval raakte het voertuig tevens te water. Deze combinatie heeft ertoe geleid dat één inzittende kwam te overlijden.

Van de twintig inzittenden is van elf inzittenden bekend dat zij een autogordel droegen. Twee inzittenden droegen de aanwezige gordel niet en twee inzittenden zaten op een plaats waar geen gordel aanwezig was. Van de overige vijf inzittenden is het niet bekend of zij de aanwezige gordel droegen. Veertien inzittenden zaten voorin de auto. Bij tien van hen waren er bij de zitplaats (71%) een of meer airbags gemonteerd. Bij vijf van deze tien ontvouwden zich tijdens het ongeval een of meer airbags.

In totaal leidden drie van de zeven ongevallen tot het overlijden van één of meer inzittenden. Het overlijden van in totaal vier inzittenden hield in alle gevallen verband met een niet afgeschermd object dat zich binnen de gewenste obstakelvrije zone bevond. Bij één van de overleden inzittenden waren de aanwezige beveiligingsmiddelen (gordel en airbag) niet in staat om de impact op te vangen. Twee andere overleden inzittenden beschikten niet over beveiligingsmiddelen. De overige zestien inzittenden raakten niet gewond of hadden licht tot matig letsel (MAIS 1 of 2).

3.2.1.3. Belangrijkste ongevalsfactoren

Bij vijf van de ongevallen van dit subtype (71%) speelde de geringe ervaring van de bestuurder van het voertuig waarschijnlijk een rol bij het ontstaan van het ongeval. Drie bestuurders hadden op het moment van het ongeval korter dan een jaar hun rijbewijs. Dit kan van invloed zijn geweest op de inschatting die zij hebben gemaakt van de verkeerssituatie en het rijgedrag dat daar gepast is. Twee andere bestuurders waren mogelijk onervaren met de omstandigheden: een onbekende route en daardoor onbekendheid met de daar aanwezige krappe bocht respectievelijk weinig ervaring met rijden op een glad wegdek.

Vijf bestuurders (71%) reden in de aanloop naar het ongeval sneller dan op die locatie is toegestaan of gezien de verkeerssituatie wenselijk is. Daardoor konden zij hun voertuig niet onder controle houden en raakten zij in de berm. Vier van deze bestuurders reden op dat moment in een bocht. De inrichting en bebakening van deze bochten heeft vermoedelijk ten dele bijgedragen aan de gereden snelheid. De bochten waren namelijk slecht of in het geheel

niet aangekondigd en er was geen geleiding in de bocht; RVV-bord J2 of J3 ontbrak of stond voor een eerdere bocht en er waren geen bochtschilden aangebracht. Een waarschuwing voor en/of bebakening van deze bochten was nodig omdat de boogstraal – ook bij de lage (lokale) snelheidslimiet van 50 km/uur – te krap was. Bij de ongevallen op de rechte wegvakken waren de bewuste overtredingen niet snelheidsgerelateerd. Op die wegvakken was er sprake van stunten of inhalen waar dat niet (meer) kan.

Bij alle zeven ongevallen van dit subtype werd de bestuurder weinig gelegenheid gegeven om een fout te corrigeren: de berm was niet draagkrachtig en er was geen semi-verharding aanwezig (29%), de middenberm was niet botsvriendelijk ingericht (14%), of de obstakelvrije zone was volgens de CROW-richtlijnen (CROW, 2004a) te smal om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen (57%). Bij twee ongevallen was het obstakel een boom die in de buitenbocht stond. Deze beide ongevalslocaties lagen binnen de bebouwde kom, waar geen richtlijnen gelden voor de minimale of gewenste obstakelvrije zone. Gezien de allure van de weg lijkt het echter raadzaam om hier te streven naar een obstakelvrije zone die gewenst is voor een 60km/uur-weg (2,5 meter). Beide bomen lagen daarbinnen. Bij twee andere ongevallen was het obstakel een talud dat steiler is dan 1:3 (CROW, 2004a: p. 45). Eenmaal leidde dit steile talud naar een sloot.

3.2.1.4. Meest voorkomende functionele fouten

De functionele fouten die karakteristiek zijn voor dit subtype zijn het verkeerd inschatten van de complexiteit van de weg (tweemaal type V1, zie *Bijlage 7*), geen tegenligger verwachten terwijl je die wel zou kunnen verwachten (V7, eenmaal) en een bewuste overtreding (B2, tweemaal). Bij één ongeval was de functionele fout onbekend en bij een andere was er een externe oorzaak (A1). Deze laatste functionele fout is niet karakteristiek voor dit subtype; het is dan ook het ongeval waarover de meeste twijfel was of deze tot dit subtype behoorde.

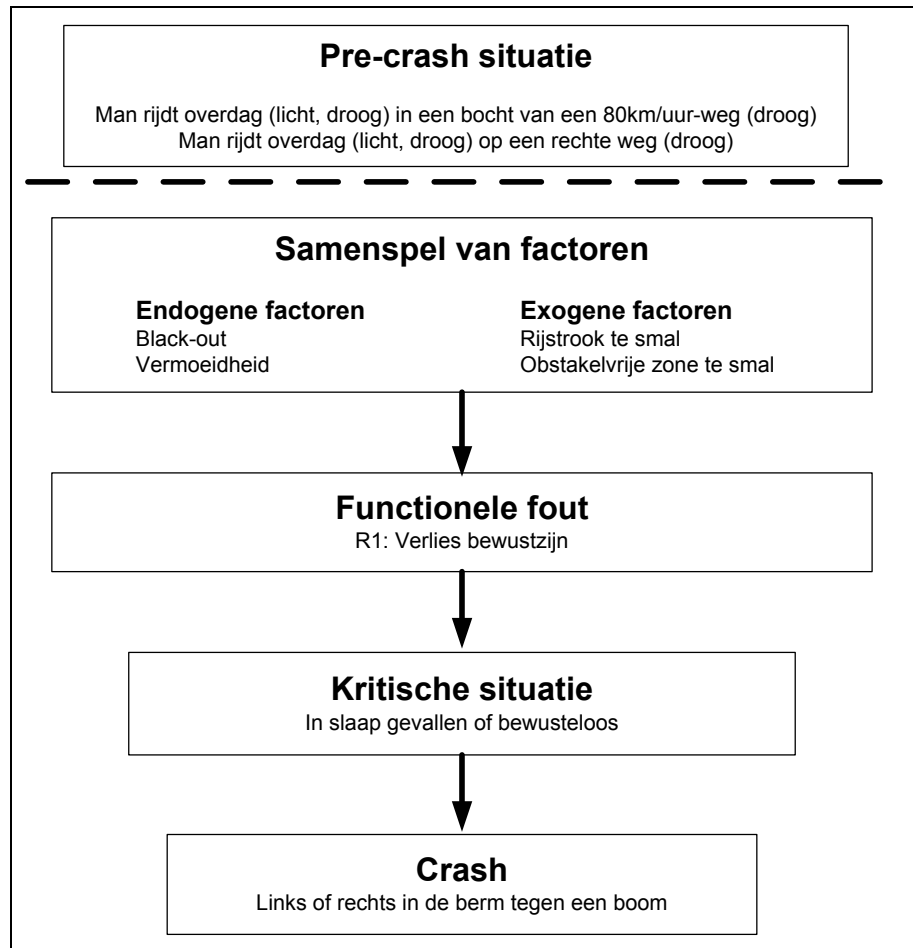
3.2.2. Subtype 2: Tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie

Het tweede subtype vertegenwoordigt eveneens zeven van de 27 ongevallen (26%). Voor vijf van de zeven ongevallen is het evident dat ze tot dit type behoren (100% overeenstemming tussen de beoordelaars). Voor twee ongevallen is het minder duidelijk. De informatie uit de politiedossiers doet vermoeden dat er bij alle ongevallen van dit type sprake was van vermoeidheid of een black-out. Vier van de betreffende automobilisten hebben dit tijdens een interview bevestigd en voor een vijfde automobilist werd dit bevestigd door een bericht in de media. Voor de andere twee automobilisten was het niet mogelijk de vermoedens bevestigd te krijgen.

3.2.2.1. Beschrijving van het prototypisch scenario

Het karakteristieke ongeval van dit subtype ontstaat nadat een bestuurder tijdens het rijden volgens eigen zeggen een black-out heeft gehad of in slaap is gevallen (zie *Afbeelding 3.2*). De bestuurder rijdt in het weekend bij daglicht en gunstige weg- en weersomstandigheden in een auto. Tijdens het rijden krijgt hij een black-out of valt hij in slaap. De bestuurder – die in de meeste gevallen ook de enige inzittende is – komt pas bij of wordt pas

wakker nadat hij in de berm komt of een obstakel raakt. In het eerste geval doet hij nog een poging op de rijbaan terug te komen, maar hij krijgt zijn voertuig niet meer onder controle. Het voertuig komt tot stilstand tegen een boom die binnen de obstakelvrije zone staat die gewenst is bij de snelheidslimiet van de betreffende weg. De kans dat de automobilist in de aanloop tot het ongeval in de berm terecht komt wordt vergroot doordat de verhardingsbreedte smal is en/of de rechte weg overgaat in een bocht. Als gevolg van het ongeval raakt de bestuurder niet of licht tot matig gewond (MAIS 1 of 2).



Afbeelding 3.2. Prototypisch scenario voor het subtype 'Tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie'.

3.2.2.2. Algemene karakteristieken van dit subtype

De automobilisten die tijdelijk niet in staat waren om te reageren waren allen mannen. Van deze mannen waren er drie ouder dan 65 jaar, de andere vier waren tussen de 25 en 39 jaar oud. In zes van de zeven gevallen was het licht ten tijde van het ongeval (86%). Alle ongevallen vonden plaats in de (vroeg) ochtend of de middag. In vijf van de zeven gevallen (71%) was dit een ochtend of middag in het weekend.

Vijf van de bestuurders die in de berm raakten zijn door de politie gecontroleerd op alcoholgebruik. Geen van hen had een waarde die boven de wettelijke limiet lag (bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5‰). Van de

twee overige bestuurders is het eenmaal onbekend of de politie het alcoholgebruik van de bestuurder heeft gecontroleerd en eenmaal heeft de politie dit niet gecontroleerd omdat zij geen vermoeden had dat de bestuurder onder invloed was van alcohol.

Vijf van de zeven ongevallen vonden plaats op een 80km/uur-weg (71%) en drie daarvan vonden plaats in een bocht (43% van de zeven ongevallen). De overige ongevallen vonden plaats op een rechte 60- of 70km/uur-weg. De weg- en weersomstandigheden waren in de meeste gevallen (86%) gunstig (droog).

Bij de zeven ongevallen van dit type waren acht voertuigen betrokken met in totaal tien inzittenden. Acht van hen gebruikte de aanwezige autogordel (80%), één niet en eenmaal was het gordelgebruik onbekend. Acht inzittenden beschikten over één of meer airbags (80%) en bij zeven van hen is een airbag uitgevouwen (88%).

Twee inzittenden – beiden rijder – raakten matig gewond (MAIS 2). De overige inzittenden – allen bestuurder van het voertuig – raakten niet gewond of hadden uitsluitend licht letsel (MAIS 1). Geen van de voertuigen sloeg over de kop.

3.2.2.3. Belangrijkste ongevalsfactoren

Drie mannen waren vermoeid en vielen in slaap en vier leken een black-out te hebben gehad. De jonge mannen vielen veelal in slaap, terwijl het wegvallen van de oudere mannen geassocieerd werd met een medische oorzaak. Na medische controle werd echter niets gevonden. In sommige gevallen leek de verklaring black-out de gewenste verklaring van het ontstaan van het ongeval; de automobilist kon geen andere verklaring bedenken dan dat hij een black-out zou hebben gehad. De oorzaak van de vermoeidheid was voor alle drie de mannen die in slaap waren gevallen enigszins verschillend, maar leek eerder werkgerelateerd (nachtdienst, einde van een drukke werkweek) dan samen te hangen met uitgaan.

Bij drie ongevallen (43%) was de verhardingsbreedte van de 80km/uur-weg nauwelijks breed genoeg om te kunnen voldoen aan de minimaal gewenste maatvoering voor een 1x2-gebiedsontsluitingsweg volgens de CROW-richtlijnen voor essentiële herkenbaarheidskenmerken (CROW, 2004b). De betreffende wegen waren – mogelijk om deze reden – ook nog niet voorzien van de markering horend bij een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom. De smalle verhardingsbreedte kan de kans hebben vergroot dat de automobilist tijdens zijn slaap of black-out in de berm terecht kwam.

De automobilisten komen pas bij of worden pas wakker nadat ze in de berm komen of een obstakel raken. In het eerste geval proberen ze nog terug op de rijbaan te komen, maar ze krijgen het voertuig niet meer onder controle en botsen tegen een boom, rijden een sloot in, botsen tegen een lichtmast die in de middenberm staat, of botsen op een tegenligger. Op drie ongevalslocaties was de obstakelvrije zone volgens de CROW-richtlijnen (CROW, 2004a) te smal om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen (43%). In alle gevallen was het vaste object binnen de obstakelvrije zone een boom.

3.2.2.4. Meest voorkomende functionele fouten

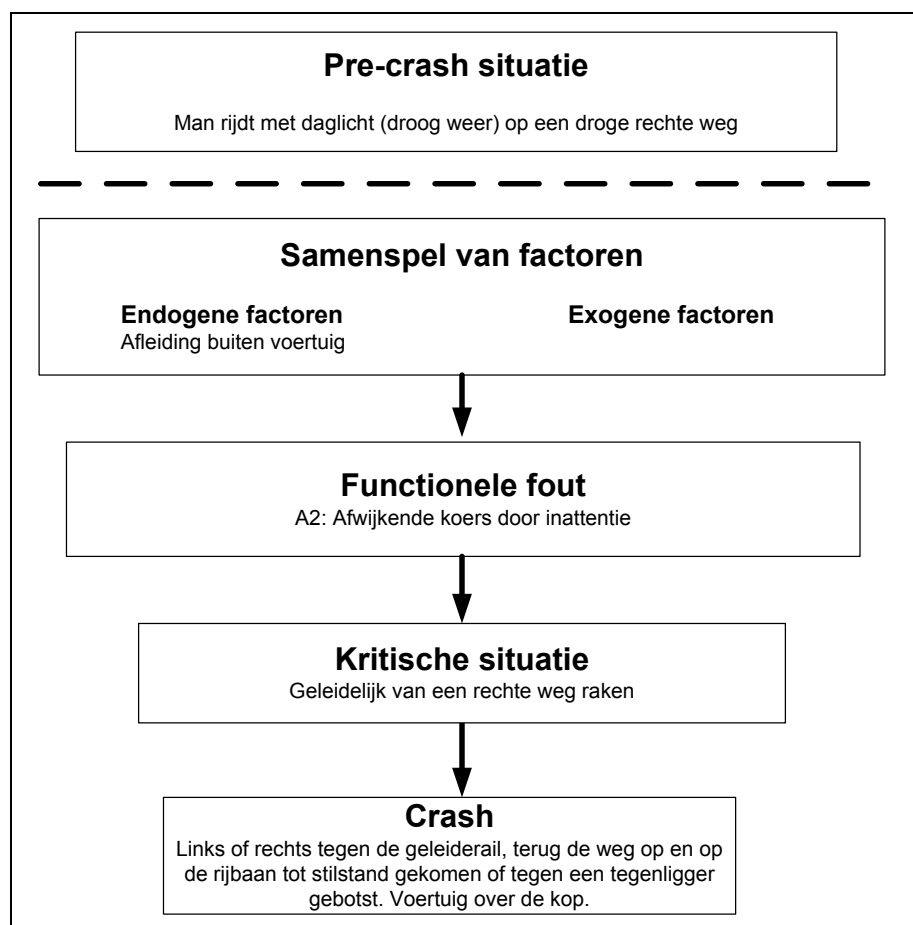
De functionele fout die karakteristiek is voor dit subtype is het verlies van het bewustzijn (R1). Aan vijf van de zeven bestuurders werd deze functionele fout toegekend. Voor de andere twee bestuurders waren er te weinig aanwijzingen om dit met enige zekerheid te kunnen vaststellen.

3.2.3. Subtype 3: Niet-verkeersgerelateerde afleiding

Het derde subtype is gebaseerd op twee ongevallen (7%). Deze ongevallen werden door alle drie de beoordelaars op identieke wijze ingedeeld, namelijk als tweetal behorend tot het subtype niet-verkeersgerelateerde afleiding.

3.2.3.1. Beschrijving van het prototypisch scenario

Het karakteristieke ongeval van dit subtype ontstaat nadat een bestuurder, die bij daglicht en gunstige weg- en weersomstandigheden op een rechte weg rijdt, wordt afgeleid door iets dat naast de weg gebeurt en niets met het verkeer te maken heeft (zie *Afbeelding 3.3*). Hierdoor wijkt zijn koers geleidelijk af en raakt het voertuig in de berm. De bestuurder probeert zijn voertuig weer op de weg te krijgen maar raakt daarbij een object en/of tegenligger en zijn eigen voertuig gaat vervolgens over de kop. Als gevolg van het ongeval raken de inzittenden niet of licht gewond (MAIS 1).



Afbeelding 3.3. Prototypisch scenario voor het subtype 'Niet-verkeersgerelateerde afleiding'.

3.2.3.2. Algemene karakteristieken van dit subtype

Aangezien dit subtype slechts uit twee ongevallen bestaat, is het lastig om conclusies te verbinden aan de omstandigheden waarin deze ongevallen ontstaan. In een dergelijk kleine set ongevallen is de kans kleiner dat de bestudeerde ongevallen representatief zijn voor alle ongevallen van het betreffende subtype. De beide bestudeerde ongevallen kwamen echter overeen in de zin dat de betrokken automobilisten mannen waren en dat ze op een rechte weg reden die gedeeltelijk was voorzien van een geleiderail.

De twee bestuurders die in de berm raakten zijn door de politie gecontroleerd op alcoholgebruik. Geen van hen had een waarde die boven de wettelijke limiet lag (bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5‰).

Nadat hun voertuig in de berm was geraakt, lukte het de beide bestuurders om weer op de weg te komen. Het ene voertuig is daarna tegen een tegenligger gebotst en vervolgens in de berm over de kop gegaan. Het andere voertuig is de rijbaan overgegaan, tegen de geleiderail in de middenberm gekomen en terug op de rijbaan over de kop gegaan en tot stilstand gekomen. Achter dit ongeval is vervolgens een ander ongeval gebeurd. De aanwezigheid van de geleiderail was in deze gevallen voordelig voor de inzittenden van de betrokken voertuigen, maar nadelig voor het overige verkeer.

Het letsel van de inzittenden van de voertuigen die direct betrokken waren bij de twee bestudeerde ongevallen was gering. De bestuurders die in de berm raakten droegen beide een gordel, maar beschikten niet over een airbag. De twee inzittenden van het voertuig dat door een van hen werd geraakt, droegen eveneens een gordel. In dat voertuig waren wel airbags aanwezig. Aan de bestuurderszijde ontvouwde de zij-airbag zich.

3.2.3.3. Belangrijkste ongevalsfactoren

De belangrijkste menselijke factor bij dit subtype is afleiding buiten het voertuig. De overige ongevalsfactoren verschilden sterk tussen beide ongevallen.

3.2.3.4. Meest voorkomende functionele fouten

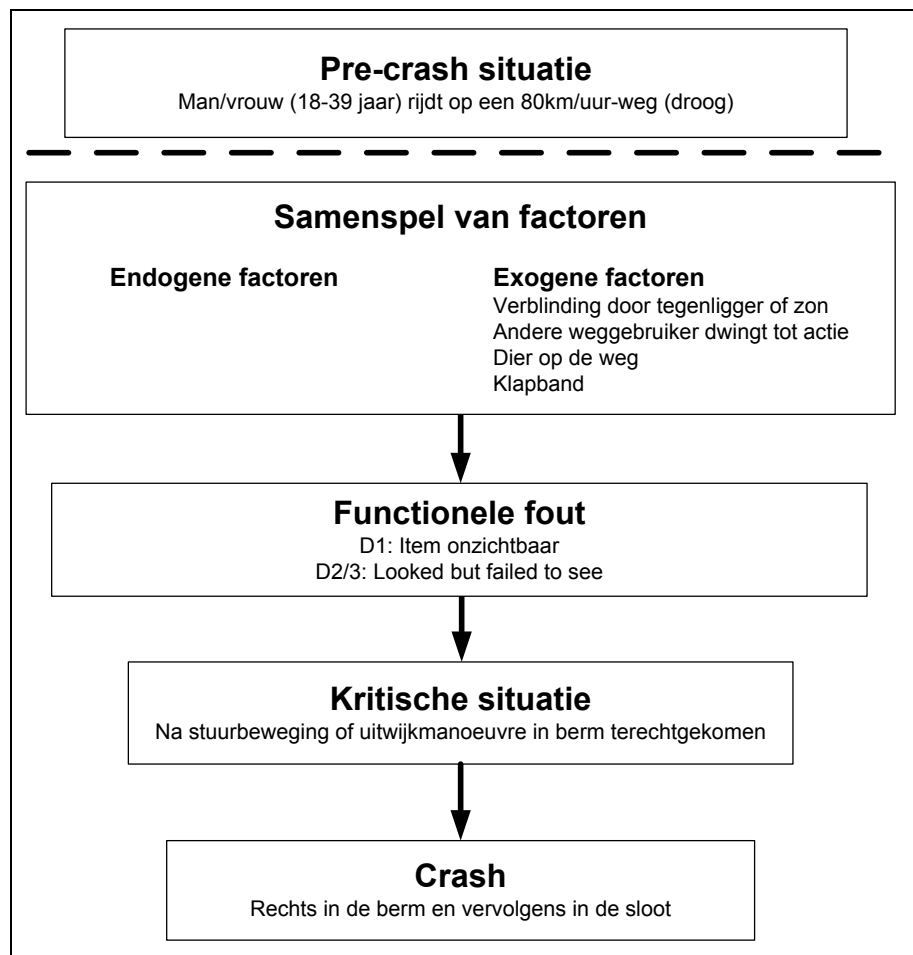
De functionele fout die karakteristiek is voor dit subtype is een afwijkende koers door onoplettendheid (A2).

3.2.4. *Subtype 4: Afwijkende koers na invloed van een externe verkeersgerelateerde factor*

Het vierde subtype vertegenwoordigt 5 van de 27 ongevallen (19%). Over de ongevallen in deze categorie was de minste overeenstemming tussen de beoordelaars. Eén beoordelaar had de ongevallen van dit subtype over twee subtypes verdeeld, namelijk 'door externe oorzaak in de berm' en 'door verblinding van de weg af'. Deze subtypes zijn bij elkaar gevoegd. Van de vijf ongevallen was er 100% overeenstemming over twee ongevallen, 67% over twee andere ongevallen, en het vijfde ongeval was door alle drie de beoordelaars op een andere wijze ingedeeld.

3.2.4.1. Beschrijving van het prototypisch scenario

Het karakteristieke ongeval van dit subtype ontstaat nadat er iets onverwachts gebeurt dat met het verkeer te maken heeft, waardoor de bestuurder schrikt en zijn koers plots wijzigt (zie *Afbeelding 3.4*). Een jonge mannelijke of vrouwelijke bestuurder (tot 40 jaar) rijdt op een doordeweekse dag, onder gunstige weg- en weersomstandigheden, alleen in de auto. Tijdens het rijden schrikt hij of zij van iets dat onverwachts gebeurt en met het verkeer te maken heeft. Daarop wijzigt de bestuurder plots zijn of haar koers. De onverwachte factor kan een tegenligger zijn of een dier op de weg, maar kan ook te maken hebben met verblinding door een tegenligger. De kans op schrikken en plotselinge koerswijziging wordt in sommige gevallen mogelijk vergroot door vermoeidheid of het in gedachten zijn. Na de stuurbeweging belandt het voertuig in de berm en in veel gevallen eindigt het voertuig vervolgens in een sloot. Als gevolg van het ongeval raakt de bestuurder niet of licht gewond (MAIS 1). Uitzondering is een ongeval waarbij het voertuig op de kop in de sloot terecht kwam; dit leidde tot een MAIS van 4.



Afbeelding 3.4. Prototypisch scenario voor het subtype 'Afwijkende koers na invloed van een externe verkeersgerelateerde factor'.

3.2.4.2. Algemene karakteristieken van dit subtype

Alle betrokken automobilisten waren jonger dan 40 jaar. Dit type bermongevallen kwam zowel voor onder mannelijke als vrouwelijke bestuurders.

Twee van de bestuurders die in de berm raakten zijn door de politie gecontroleerd op alcoholgebruik. Eén van hen bleek onder invloed van alcohol te zijn (bloedalcoholgehalte hoger dan 0,5‰). Van de drie overige bestuurders was het eenmaal niet bekend of de politie het alcoholgebruik heeft gecontroleerd en tweemaal vermeldde de politie dat het vanwege het letsel van de bestuurder niet mogelijk was om het alcoholgebruik (met een blaastest) te controleren. Voor zover bekend heeft de politie geen bloed laten afnemen om het alcoholgebruik van deze bestuurders te controleren.

Vier van de vijf ongevallen (80%) vonden doordeweeks plaats, met sterke variatie in het moment van de dag (zowel in de ochtend, middag als avond). In drie gevallen (60%) was het op dat moment (al) wel donker.

Vier van de vijf ongevallen (80%) vonden plaats op een 80km/uur-weg en drie daarvan vonden op een rechte weg plaats. Het wegdek was in vier van de vijf gevallen droog (80%).

De vijf bestuurders die in de berm raakten, kwamen geen van allen in botsing met ander verkeer. Eén bestuurder had passagiers in zijn voertuig, de anderen niet; in de vijf voertuigen zaten in totaal zeven inzittenden. Het gordelgebruik was veelal onbekend; twee bestuurders hadden volgens de politie de autogordel gebruikt, maar van de overige inzittenden is het gordelgebruik onbekend. Twee bestuurders beschikten over een airbag. Geen van beide airbags is tijdens het ongeval uitgevouwen.

Vier van de vijf voertuigen (80%) kwamen in een sloot tot stilstand. Eén van de vijf voertuigen ging tijdens het ongeval over de kop (20%). Dit voertuig raakte tevens te water. Deze combinatie leidde tot de ernstigste afloop voor dit type bermongeval (MAIS 4). De overige drie voertuigen die in de sloot raakten, kwamen wel (gedeeltelijk) in aanraking met water, maar de inzittenden van deze voertuigen raakten niet of licht gewond (MAIS 1) of het letsel was onbekend.

3.2.4.3. Belangrijkste ongevalsfactoren

De belangrijkste overeenkomst binnen dit subtype is de aanwezigheid van een externe factor die verkeersgerelateerd is. Dit kan een andere weggebruiker zijn wiens gedrag aanleiding geeft tot actie, een dier op de weg, of verblinding door een tegenligger.

Menselijke factoren die het ontstaan van dit type bermongevallen kunnen beïnvloeden, zijn vooral factoren die leiden tot een verminderde alertheid. Voorbeelden van dergelijke factoren die bij de ongevallen van dit type zijn geconstateerd, zijn haast, vermoeidheid en het gebruik van alcohol en/of drugs. Doordat drie van de vijf automobilisten niet wilden meewerken aan het onderzoek, kon niet worden vastgesteld welke menselijke factoren de grootste rol spelen.

Bij twee van de bermongevallen van dit type speelde mogelijk ook de conditie van de banden een rol; een kapotte band was mogelijk de oorzaak van de afwijkende koers of een verkeerd type band heeft ertoe bijgedragen dat de bestuurder niet voldoende grip had om het voertuig in de noodsituatie goed te kunnen besturen.

3.2.4.4. Meest voorkomende functionele fouten

De functionele fout van de bestuurder heeft bij dit subtype meestal betrekking op de informatiedetectie: een item dat plots opdoemt en dus pas op het laatste moment zichtbaar is (D1, eenmaal) of een item dat niet wordt opgemerkt omdat men met ander verkeersgerelateerd kijkgedrag bezig is (D2/3, eenmaal). Het gevolg is dat men te laat of niet reageert. Bij één van de bestuurders was de functionele fout een vermindering van de rijgeschiktheid door overmatig alcohol- en drugsgebruik (R1). De staat van deze bestuurder zal ertoe bijgedragen hebben dat hij minder snel en minder goed reageerde op een aanwezige tegenligger. Voor de twee overige automobilisten is het onbekend wat de functionele fout was die tot de afwijkende koers leidde.

3.3. Aanknopingspunten voor maatregelen

In dit hoofdstuk zijn de kenmerken besproken van bermongevallen en de verschillende factoren die een rol spelen bij het ontstaan en de afloop van deze ongevallen. Zowel de kenmerken als de factoren geven aanknopingspunten voor beleid om de toekomstige frequentie en ernst van bermongevallen te reduceren. In de nu volgende paragrafen worden de belangrijkste kenmerken en factoren samengevat. De factoren geven handvatten voor de te nemen maatregelen en de kenmerken geven handvatten voor de doelgroepen die daarmee bereikt (verkeersdeelnemers) of aangepakt (locaties) moeten worden.

3.3.1. Doelgroepen

De totale set van bermongevallen geeft een algemeen beeld van de bestuurders die bij deze ongevallen betrokken zijn, en de tijdstippen en de locaties waarop deze ongevallen plaatsvinden. Deze kenmerken zijn samengevat in *Tabel 3.8*.

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal bermongevallen (N=28)
Geslacht	Man (79%)
Leeftijd bestuurder	18-24 jaar (21%), 30-39 jaar (29%), jonge mannen (21%),
Dag en tijdstip	Weekend (57%)
Wegtype	80km/uur-wegen (54%)
Wegsituatie	Bochten (48%)

Tabel 3.8. Meest voorkomende ongevalskenmerken ongeacht het type bermongevallen.

3.3.2. Aanknopingspunten voor aanpak subtypen bermongevallen

In *Tabel 3.9* zijn de kenmerken van de vier geïdentificeerde typen bermongevallen samengevat. De tabel bevat informatie over het aandeel van het subtype in het totaal aantal bermongevallen, over de bestuurders die betrokken zijn bij dat type bermongevallen, de locaties waar deze ongevallen over het algemeen plaatsvinden, de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van deze ongevallen en de ernst van de afloop. In de kolommen 'Leeftijd/sekse' en 'Locatie' worden specifieke groepen bestuurders of locaties alleen genoemd als deze afwijken van het algemene beeld dat geschetst is in *Tabel 3.8*.

Bij het doornemen van *Tabel 3.9* en het vergelijken van de algemene karakteristieken zoals beschreven in *Paragraaf 3.2* is een aantal patronen te ontdekken.

Jonge mannelijke automobilisten zijn vooral betrokken bij bermongevallen die ontstaan na risicovol rijgedrag (subtype 1). In vergelijking met de andere typen bermongevallen vinden deze bermongevallen relatief vaak in het weekend (71%) en in het donker plaats (71%) en heeft de bestuurder vaker één of meer passagiers in zijn auto (71%). In tegenstelling tot het beeld dat weleens wordt geschetst, speelde alcohol geen rol bij het ontstaan van deze ongevallen.

De bermongevallen die zijn ontstaan nadat een bestuurder – vanwege in slaap vallen of een plotselinge medische conditie – tijdelijk niet in staat was om te reageren (subtype 2), vinden ook veelal in het weekend plaats (71%), maar bij daglicht (86%) en slechts in 29% van de gevallen waren er één of meer passagiers in het voertuig aanwezig. De oorzaak van het in slaap vallen lijkt eerder samen te hangen met werk (nachtdienst, einde van een drukke werkweek) dan met uitgaan.

De ongevallen die ontstaan nadat de koers van de automobilist is beïnvloed door een externe factor (subtype 4) vinden juist vaak doordeweeks plaats (80%). Van de automobilisten die betrokken waren bij deze ongevallen was het bekend dat zij uitweken voor een andere weggebruiker of een dier. Er is echter weinig informatie over hun gedrag en gemoedstoestand voorafgaand aan deze uitwijkmanoeuvre. Dit is het gevolg van de gebrekkige medewerking die de betrokken bestuurders aan het onderzoek verleenden. Daardoor is bijvoorbeeld ook niet bekend of de rijervaring van de automobilist een rol heeft gespeeld bij het in de berm raken.

Van de bermongevallen die ontstaan nadat een bestuurder als gevolg van risicovol rijgedrag in de berm raakt (subtype 1), vindt iets meer dan de helft plaats in een bocht (57%). Bij het merendeel van dit type bermongevallen (71%) heeft een te hoge rijsnelheid een rol gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. De geldende snelheidslimiet ligt in vergelijking met de andere typen bermongevallen echter juist relatief laag. De te hoge rijsnelheid in bochten (vier ongevallen) hangt bij dit subtype waarschijnlijk deels samen met de slechte aankondiging en geleiding van de betreffende bochten. Een waarschuwing voor en/of bebakening van deze bochten was nodig omdat de boogstraal – ook bij de lage (lokale) snelheidslimiet van 50 km/uur – te krap was.

Subtype	Leeftijd/sekse	Tijdstip	Locatie	Meest voorkomende factoren	Ernst ongeval
Risicovol rijgedrag (n=7; 26%)	Jonge mannen (57%)	Weekend (71%) Donker (71%)	Snelheidslimiet lager dan 80 km/uur (86%) In een bocht (57%)	- Gebrek aan ervaring (57-71%) - Rijsnelheid te hoog (57-71%) - Bocht slecht aangekondigd (43-57%) - Obstakelvrije zone te smal (57%)	Drie dodelijke ongevallen, vier met MAIS 1-2
Tijdelijk niet in staat om te reageren (n=7; 26%)	Mannen van 25-39 jaar en van 65 jaar en ouder	Weekend (71%) Daglicht (86%)	80km/uur-weg (71%) In een bocht (43%)	- Vermoeid (29-57%) - Black-out (29-57%) - Rijstrook te smal (0-43%) - Obstakelvrije zone te smal (43-57%)	Drie ongevallen zonder letsel, vier met MAIS 1-2
Afleiding (n=2; 7%)	Mannen van 40-59 jaar	Overdag (100%)	Rechte weg	- Afleiding (50-100%)	MAIS 1
Koers beïnvloed (n=5; 19%)	Mannen en vrouwen tot 40 jaar	Doordeweeks (80%)	Rechte 80km/uur-weg (60%)	- Mensfactoren onbekend (60%) - Andere weggebruiker (20-80%) - Verblinding (0-40%) - Band (20-40%)	Variërend van niet gewond tot MAIS 4
Restgroep (n=6; 22%)	Vrouwen (67%)	Weekend (67%) Ochtend (67%)	Divers	- Mensfactoren onbekend (100%) - Redresseerstrook te smal (50%) - Geen semiverharding (17-50%) - Obstakelvrije zone te smal (50%)	Letsel onbekend, geen letsel of MAIS 1

Tabel 3.9. *Samenvatting van de subtypen bermongevallen. De percentages hebben betrekking op het aandeel in het betreffende subtype. Bij de kolom met factoren geeft het eerste (en laagste) getal tussen haken aan bij hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.*

Bij het ongevalstype 'tijdelijk niet in staat om te reageren' vond eveneens de helft van de ongevallen plaats in een bocht (43%). Hier speelde een slechte aankondiging en/of bebakening van de bocht echter geen rol. De automobilisten die als gevolg van het 'verlies van het bewustzijn' in de berm raakten hebben de bocht waarschijnlijk in het geheel niet opgemerkt en zijn in de bocht rechtdoor gereden. De automobilisten die 'risico namen' daarentegen, konden de bocht niet houden doordat ze hem verkeerd hadden ingeschat en daardoor met een te hoge snelheid de bocht naderden en/of doordat de boogstraal te krap was gegeven de daar geldende snelheidslimiet.

Ten aanzien van de ernst van de afloop van de ongevallen valt op dat de ongevalstypen 'risicovol rijgedrag' (drie ongevallen met dodelijke afloop) en 'koers beïnvloed' (eenmaal MAIS 4) de ernstigste afloop kennen. Bij het laatstgenoemde type ('koers beïnvloed') wordt deze ernst vooral beïnvloed door één ongeval waarbij een voertuig op de kop in het water was beland. Bij het eerstgenoemde type ('risicovol rijgedrag') heeft eenzelfde situatie eveneens tot een zeer ernstige afloop geleid. Bij de overige ongevallen met zeer ernstige afloop van het type 'risicovol rijgedrag' werd de ernst van de afloop vooral bepaald door een niet-botsvriendelijk object dat binnen de obstakelvrije afstand stond die gewenst is bij de daar geldende snelheidslimiet.

Ten aanzien van de eindpositie van de voertuigen is het tot slot opvallend te noemen dat bij het type 'risicovol rijgedrag' de helft van de voertuigen over de kop is gegaan of op de kop is geëindigd, terwijl dat bij het type 'tijdelijk niet in staat om te reageren' geen enkele keer het geval was. Op basis van de overige verschillen tussen de karakteristieken van deze subtypen zijn er drie verklaringen mogelijk:

1. Het over de kop gaan van de voertuigen bij het eerstgenoemde type is het gevolg van de hoge rijnsnelheid van de betrokken automobilisten.
2. Het over de kop gaan van de voertuigen bij het eerstgenoemde type is het gevolg van de onervarenheid van de bestuurders.
3. Het niet over de kop gaan bij het tweede type komt doordat de automobilisten niet in staat waren om te reageren en daardoor geen abrupte stuurbewegingen maakten.

3.3.3. *Ongevalsfactoren van bermongevallen in het algemeen*

In *Tabel 3.10* is voor elke categorie van ongevalsfactoren (algemeen, mens, voertuig en weg) aangegeven welke factoren het vaakst een rol speelden in de totale set van 27 geanalyseerde bermongevallen, dus ongeacht het subtype.

Bij de analyse van ongevalsfactoren werden alle factoren geïdentificeerd die een rol speelden bij het bestudeerde ongeval. Zelden werd het ontstaan van het ongeval toegerekend aan één enkele factor. Het ontstaan van het ongeval was daarmee veelal een samenspel van verschillende factoren. Daarbij kwamen diverse combinaties van factoren aan het licht die vaak samen voorkomen. Een aantal daarvan is reeds behandeld bij de bespreking van de subtypen van bermongevallen. In de totale set van geanalyseerde ongevallen valt ook een combinatie op: een smalle obstakelvrije zone en een te steil talud. Van de twaalf ongevallen waarbij een te smalle obstakelvrije zone (zeer) waarschijnlijk een rol speelde bij het

ontstaan ervan, werd bij 50% ook een te steil talud (steiler dan 1:3) als ongevalsfactor aangemerkt. Dit talud leidde in 67% van de gevallen rechtstreeks naar een lager gelegen sloot (vier ongevallen). Bij twee van de betreffende vier ongevallen leidde dit tot een zeer ernstige afloop (MAIS 4 of 5) als gevolg van (bijna-)verdrinking.

Factortypen	Meest voorkomende ongevalsfactoren (% in totaal aantal van 27 geanalyseerde ongevallen) ^a
Algemene factoren	Nat wegdek (4-15%)
	Donker (4-11%)
Mensfactoren	Afleiding (19-30%)
	Snelheid te hoog (15-19%)
	Vermoeidheid (7-19%)
	Beginnende bestuurder (11%)
Voertuigfactoren	Banden (3-11%)
Wegfactoren	Obstakelvrije zone te smal (44-52%)
	Talud te steil (22-26%)
	Semi-verharding niet aanwezig (19-26%)
	Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (11-26%)
	Boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (11-15%)
^a Het eerste (en laagste) getal tussen haken geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.	

Tabel 3.10. *Samenvatting van de meest voorkomende ongevalsfactoren.*

Bij sommige combinaties van (weg)factoren is het samen voorkomen van de factoren niet geheel toevallig. In de set van geanalyseerde ongevallen blijken namelijk ongevallen voor te komen die op nagenoeg dezelfde locatie plaatsvonden. Eén van deze locaties is een 80km/uur-weg waarop drie bermongevallen hebben plaatsgevonden. De verhardingsbreedte van deze weg is nauwelijks breed genoeg om te kunnen voldoen aan de minimaal gewenste maatvoering voor een 1x2-gebiedsontsluitingsweg volgens de CROW-richtlijnen voor essentiële herkenbaarheidskenmerken (CROW, 2004b). Dit betekent bijvoorbeeld dat er niet voldoende ruimte is om zowel een rijstrookbreedte te hanteren die is voorgeschreven als een dubbele asmarkering en een redresseerstrook. De betreffende weg was – mogelijk om deze reden – nog niet voorzien van de markering horend bij een gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom. De smalle verhardingsbreedte kan de kans hebben vergroot dat de automobilist in de berm terecht kwam.

3.3.4. *Functionele fouten van bestuurders die in de berm raken*

Het gedrag van de bestuurders die in de berm raakten kan worden samengevat aan de hand van de functionele fouten. Zoals vermeld in *Paragraaf 2.3.3* impliceert het gebruik van de term 'fout' niet dat de verkeersdeelnemer daarmee schuldig was aan het ontstaan van het ongeval. De functionele fout kan namelijk samenhangen met of uitgelokt zijn door kenmerken van de

verkeersdeelnemer, zijn of haar voertuig, een andere verkeersdeelnemer en/of kenmerken van de omgeving. In *Tabel 3.11* is aangegeven welke functionele fouten een rol speelden bij het ontstaan van de bermongevallen (voor de volledige lijst van functionele fouten zie *Bijlage 7*). Een aantal van deze fouten komt sterk overeen met de typen bermongevallen die in *Paragraaf 3.3.2* zijn behandeld en in *Tabel 3.9* zijn samengevat. Zo is functionele fout B2 typerend voor de ongevallen van subtype 1 en is R1 typerend voor de ongevallen van subtype 2.

Menselijke functionele fout	Aantal (%)
D1: Item onzichtbaar	1 (4%)
D2/3: Wel gekeken maar niet gezien	1 (4%)
V1: Verkeerd inschatten complexiteit van de weg	2 (7%)
V7: Geen obstakel of voertuig verwachten	1 (4%)
B2: Bewuste overtreding	2 (7%)
A1: Verlies controle door externe oorzaak	1 (4%)
A2: Afwijkende koers door onoplettendheid	1 (4%)
R1: Verlies bewustzijn	5 (19%)
R2: Vermindering rijgeschiktheid door overmatig drank- of drugsgebruik	1 (4%)
Onbekend	12 (44%)
Totaal	27 (100%)

Tabel 3.11. *Menselijke fout van de bestuurder die in de berm terechtwam. (D=detectie, V=voorspelling, B=beslissing, A=actie, R=rijgeschiktheid)*

3.3.5. Letsels

Van de 52 inzittenden van de in totaal 30 voertuigen die betrokken waren bij een van de 27 nader geanalyseerde bermongevallen, is 8% overleden en had 15% een MAIS van ten minste 2 (ernstig verkeersgewond). De resterende groep inzittenden met letsel (29%) had (vermoedelijk) een MAIS van 1. De groep inzittenden zonder letsel was ongeveer even groot (31%). Van 17% van de inzittenden was niet bekend welk letsel zij als gevolg van het bermongeval hebben opgelopen.

De meest voorkomende letselfactoren zijn samengevat in *Tabel 3.12*.

Letselfactor	Percentage van de inzittenden waarbij deze factor een rol speelde*
Contact met het voertuiginterieur	37%
Voertuig over/op de kop	19%
Snelheid voor impact	10%
Letsel door beveiligingsmiddelen	gordel: 10% airbag: 8%
* Per inzittende kan meer dan één factor zijn toegekend.	

Tabel 3.12. *Meest voorkomende letselfactoren.*

Het ernstigste letsel (vijf inzittenden met een MAIS van 4 of hoger, waaronder vier verkeersdoden) werd echter veroorzaakt door contact met niet-botsvriendelijke obstakels (bomen en een lichtmast zonder breek- of afschuifconstructie) en het op de kop in het water raken van het voertuig. De bovengenoemde obstakels waren niet afgeschermd en bevonden zich binnen de 'gewenste' obstakelvrije zone gegeven de ontwerpsnelheid van de betreffende wegen (CROW, 2004a). Het eveneens niet afgeschermd water bevond zich zelfs binnen de minimale obstakelvrije zone.

De obstakelvrije zone is bedoeld om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen. Binnen deze zone mogen geen obstakels staan die bij aanrijding ernstige schade aan een voertuig en/of letsel aan de inzittenden kunnen veroorzaken (CROW, 2004a). In totaal stond er bij 15 bermongevallen minimaal één niet-botsvriendelijk object binnen de gewenste obstakelvrije zone (zie *Tabel 3.13*).

Obstakel	Aantal en aandeel voertuigen (n=30)
Boom	7 (23%)
Sloot	5 (17%)
Talud (zonder sloot)	2 (7%)
Lichtmast	1 (3%)
Totaal	15 (50%)

Tabel 3.13. Obstakels binnen de gewenste obstakelvrije zone waartegen een voertuig tot stilstand is gekomen of die een rol hebben gespeeld in het ontstaan van letsel. Het aandeel is uitgedrukt als het percentage van de voertuigen betrokken bij de geanalyseerde bermongevallen.

De aanwezigheid van dit niet-botsvriendelijke object binnen de obstakelvrije zone heeft bij 19 van de in totaal 52 inzittenden (37%) bijgedragen aan het letsel. De aanrijding met het object leidde bijvoorbeeld tot contact met het interieur van het voertuig (bijvoorbeeld portier of voorruit), wat vervolgens tot letsel leidde (zie *Tabel 3.12*).

Eenzelfde relatie bestaat er tussen het over de kop gaan van het voertuig en contact met het voertuiginterieur. In totaal zijn 11 voertuigen (37%) tijdens het ongeval over de kop gegaan. Van het totaal aantal inzittenden zaten er 21 (40%) in een voertuig dat over de kop ging of op de kop landde. Van twaalf van deze inzittenden was bekend dat ze als gevolg van het ongeval letsel hebben opgelopen. Voor tien van hen (19% van het totaal) werd dit letsel (onder meer) in verband gebracht met het over de kop slaan of op de kop terechtkomen van het voertuig waarin zij zaten.

Het gebruik van beveiligingsmiddelen kan letsel voorkomen of de ernst reduceren. Van 29 inzittenden (56%) is bekend dat zij de gordel droegen. Bij 26 inzittenden (50%) heeft het dragen van de gordel (zeer) waarschijnlijk bijgedragen aan de reductie van letsel en bij tien van hen droeg de airbag daar ook aan bij. Vijf inzittenden (10%) droegen de gordel niet of konden

deze niet dragen omdat deze niet aanwezig was. Van 19 inzittenden was het gordelgebruik onbekend.

Het in werking treden van airbags is eenvoudiger vast te stellen. Van de 52 inzittenden zaten er 43 inzittenden op een van de voorstoelen van de auto. Dertig van deze voorstoelen (70%) waren voorzien van een of meer airbags. Minder dan de helft van deze airbags (43%) is tijdens het ongeval uitgevouwen. Het percentage airbags dat is uitgevouwen verschilt echter sterk per type bermongeval. Bij de bermongevallen die ontstonden op het moment dat de automobilist tijdelijk niet in staat was om te reageren, traden bij 88% van de zitplaatsen die voorzien waren van airbag(s), één of meer airbags in werking. Bij de bermongevallen die (mede) het gevolg waren van risicovol rijgedrag traden de airbags in de helft (50%) van de gevallen in werking. Bij de geformeerde 'restgroep' van bermongevallen traden de airbags hoogstens in werking bij één van de acht zitplaatsen (13%) die van airbags waren voorzien (zevenmaal niet uitgevouwen, eenmaal onbekend). Op basis van de overige verschillen tussen deze subtypen zijn er twee verklaringen mogelijk voor de verschillen in het percentage airbags dat in werking is getreden:

1. Bij het eerstgenoemde subtype ('tijdelijk niet in staat om te reageren') is het merendeel van de voertuigen tegen een boom tot stilstand gekomen, terwijl de voertuigen bij de andere genoemde bermongevallen vaker over de kop gaan en in een sloot of onderaan een talud tot stilstand komen. Voorairbags zijn vooral ontworpen voor het opvangen van de botskracht bij een frontale impact en zullen daarom eerder worden geactiveerd bij een aanrijding tegen een boom dan bij het over de kop gaan van een voertuig.
2. Bij het eerstgenoemde subtype ('tijdelijk niet in staat om te reageren') heeft de bestuurder minder of geen tijd gehad om in te grijpen, waardoor de aanrijding gemiddeld genomen met een hogere snelheid plaatsvindt.

4. Vergelijking met resultaten van andere dieptestudies

De resultaten die in het voorgaande hoofdstuk zijn gepresenteerd, geven aanknopingspunten voor maatregelen om toekomstige bermongevallen te voorkomen. Aangezien deze aanknopingspunten voortvloeien uit een analyse van ongevallen die hebben plaatsgevonden in een relatief klein onderzoeksgebied, is het waardevol om – alvorens gericht maatregelen te selecteren – de resultaten van deze dieptestudie af te zetten tegen vergelijkbare studies die elders hebben plaatsgevonden. Daarmee kan beter worden onderbouwd waarom de geselecteerde maatregelen relevant zijn voor het voorkomen van bermongevallen in het algemeen en bermongevallen in Nederland in het bijzonder. In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van vergelijkbare studies die zijn uitgevoerd in (andere regio's) in Nederland, en van studies die zijn uitgevoerd in Denemarken, Australië, en de Verenigde Staten. Deze resultaten worden steeds afgezet tegen de resultaten van de onderhavige studie.

De meeste aandacht gaat uit naar een studie die parallel aan de onderhavige dieptestudie en met dezelfde methodiek is uitgevoerd in een andere, meer landelijke regio in Nederland (zie Davidse et al., 2011). Een vergelijking van de resultaten van deze twee studies is daarmee het zuiverst; de resultaten worden minder beïnvloed door artefacten. Daarnaast geeft een vergelijking tussen deze twee studies inzicht in eventuele verschillen tussen een stedelijk en een landelijk gebied (zie *Paragraaf 2.1*). Deze vergelijking wordt dan ook in een aparte paragraaf behandeld (zie *Paragraaf 4.1*). In *Paragraaf 4.2* worden enkele andere Nederlandse studies naar berm- of enkelvoudige ongevallen besproken die het afgelopen decennium zijn uitgevoerd. In *Paragraaf 4.3* volgen de resultaten van studies die in het buitenland zijn uitgevoerd. Dit hoofdstuk sluit af met een samenvatting van de verschillen en overeenkomsten tussen de verschillende studieresultaten (*Paragraaf 4.4*).

4.1. Vergelijking met de resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen in Zeeland

De dieptestudie naar bermongevallen in Zeeland omvat een analyse van 115 bermongevallen die in de periode van 1 maart 2009 tot en met 31 oktober 2010 hebben plaatsgevonden op wegen buiten de bebouwde kom (Davidse et al., 2011). Net als in de onderhavige studie werd een bermongeval gedefinieerd als een ongeval waarbij een bestuurder van een motorvoertuig in de berm is geraakt, ongeacht de uiteindelijke afloop (in de sloot beland, in de berm tot stilstand gekomen, tegen een boom of lichtmast gebotst, of tegen een tegenligger gebotst). In tegenstelling tot de onderhavige studie reden de bestuurders die in de berm raakten niet allemaal in een personenauto, al gold dat wel voor het merendeel (88%). De overige bestuurders reden in een bestelauto (4%), een vrachtauto (1%), op een motor (6%) of op een scootmobiel (1%). De dieptestudie in Zeeland is uitgevoerd volgens dezelfde methodiek als in de onderhavige studie is gehanteerd. Het enige verschil is dat de wegininspecties door de provincie Zeeland zijn uitgevoerd, de interviews door de Stichting Maatschappelijk Werk & Welzijn Oosterscheldebekken (SMWO) zijn uitgevoerd en dat er in de Zeeuwse studie geen voertuigininspecties zijn uitgevoerd. De analyse van

de verzamelde gegevens is uitgevoerd door het SWOV-team voor diepteonderzoek.

4.1.1. Kenmerken van bermongevallen

De karakteristieken van bermongevallen in Zeeland zijn sterk vergelijkbaar met die in het onderzoeksgebied (zie *Tabel 4.1*). In beide gebieden zijn het vooral mannen die in de berm raken en vervolgens bij een bermongeval betrokken raken. In beide regio's zijn de jonge mannen als bestuurders oververtegenwoordigd, maar in Zeeland is deze oververtegenwoordiging prominenter. Net als in de onderhavige studie blijken ook in Zeeland relatief veel bermongevallen in het weekend plaats te vinden, maar wat dit aspect betreft is de oververtegenwoordiging in het onderzoeksgebied uit de onderhavige studie iets prominenter. Ten aanzien van de locaties waar relatief gezien de meeste bermongevallen plaatsvinden zijn de resultaten nagenoeg identiek: op 80km/uur-wegen en in bochten.

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal bermongevallen	
	Onderzoeksgebied (n=28)	Zeeland (n=115)
Man	79%	74%
18- t/m 24-jarigen	21%	34%
30- t/m 39-jarigen	29%	17%*
Jonge mannen	21%	27%
Weekend	57%	45%
Weekendnachten	14%*	17%
Wegtype: 80km/uur-wegen	54%	55%
Wegsituatie: bochten	48%	47%

Tabel 4.1. *Vergelijking van de kenmerken van bermongevallen in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie en in Zeeland (* is niet oververtegenwoordigd in de desbetreffende studie).*

Rijden onder invloed van alcohol is een kenmerk dat vaak genoemd wordt als een factor die een rol speelt bij bermongevallen. In de onderhavige studie bleek 'slechts' één van de 28 bestuurders die in de berm raakten onder invloed te zijn van alcohol (meer dan 0,5 ‰). Dit betekent dat 4% van de 28 bestuurders die in de berm raakten volgens de politie onder invloed was van alcohol. Uit de studie die in Zeeland werd uitgevoerd, blijkt dat 10% van de bestuurders die in de berm raakten volgens de politie onder invloed van alcohol was.

4.1.2. Ongevulsfactoren van bermongevallen in het algemeen

Net als in de onderhavige studie zijn ook voor (een deel van) de Zeeuwse bermongevallen ongevals- en letsselfactoren bepaald. Van de 115 bermongevallen zijn er 59 nader geanalyseerd; de ongevallen waarvan een interview of vragenlijst beschikbaar was. De factoren die het vaakst zijn toegekend aan bermongevallen in Zeeland zijn in *Tabel 4.2* vergeleken met de meest voorkomende ongevalsfactoren uit de onderhavige studie.

Factortypen	Meest voorkomende ongevalsfactoren (% in totaal aantal van geanalyseerde ongevallen) *	
	Onderzoeksgebied (n=27)	Zeeland (n=59)
Algemene factoren	Donker (4-11%)	Donker (7-19%)
	Nat wegdek (4-15%)	Nat wegdek (10-15%)
Mensfactoren	Afleiding (19-30%)	Afleiding (31-42%)
	Snelheid te hoog (15-19%)	Snelheid te hoog (27-47%) - te hard voor omstandigheden (10-25%) - bewust boven limiet (17-22%)
	Vermoeidheid (7-19%)	Vermoeidheid (17-19%)
	Alcohol (4%)**	Alcohol (19-22%)
	Beginnende bestuurder (11%)	Beginnende bestuurder (10-15%)
Voertuigfactoren	Banden (3-11%)	Banden (2-7%)
Wegfactoren	Obstakelvrije zone te smal (44-52%)	Obstakelvrije zone te smal (41-42%)
	Talud te steil (22-26%)	Talud te steil (34-37%)
	Bocht niet of niet goed aangekondigd (11-15%)	Bocht: boogstraal te krap en/of niet aangekondigd (15-20%)
	Semiverharding niet aanwezig (19-26%)	Semiverharding niet aanwezig of te smal (8-12%)
	Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (11-26%)	Suggestiestrook/redresseerstrook te smal of niet aanwezig (10-14%)
<p>* Het eerste getal tussen haken geldt voor die ongevallen waarvoor het (zeer) waarschijnlijk wordt geacht dat deze factor een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het ongeval, het tweede getal voor <i>alle</i> ongevallen waarbij de betreffende factor een rol lijkt te hebben gespeeld, inclusief die waarover twijfel bestond tijdens de analyse van het ongeval.</p> <p>** Deze factor komt in de desbetreffende studie niet vaak voor, wel in de andere studie.</p>		

Tabel 4.2. *Vergelijking van de meest voorkomende ongevalsfactoren.*

Opvallend is dat in beide studies nagenoeg dezelfde factoren het vaakst voorkwamen. Het enige noemenswaardige verschil is de factor alcohol; in Zeeland lijkt alcoholgebruik vaker een rol te spelen bij het ontstaan van bermongevallen.

Een verdere vergelijking van de percentages die bij de ongevalsfactoren vermeld staan, leert dat mensfactoren minder vaak een rol lijken te spelen bij het ontstaan van de bermongevallen die in de onderhavige studie werden aangetroffen. Dit kan een artefact zijn van het feit dat er bij de analyses in de onderhavige studie minder vaak informatie beschikbaar was over mensfactoren zoals lichamelijke en mentale toestand, afleiding, ervaring en risicogedrag. De bereidheid van de betrokken bestuurders om mee te werken aan het onderzoek was in de beide studies weliswaar vergelijkbaar (35% in de onderhavige studie en 44% in Zeeland), maar in de Zeeuwse dieptestudie zijn de ongevallen (vrijwel) alleen nader geanalyseerd als er interviewmateriaal beschikbaar was. Daardoor kon voor de nader geanalyseerde ongevallen vaker worden vastgesteld of er bijvoorbeeld sprake was van afleiding.

De wegfactoren die een rol spelen bij het ontstaan van bermongevallen zijn zowel in type als in frequentie vrijwel identiek. Zo werd in beide studies gevonden dat bij ruim 40% van de bermongevallen een te smalle

obstakelvrije zone een rol speelde bij het ontstaan van het ongeval. De obstakelvrije zone is bedoeld om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen. Binnen deze zone mogen geen obstakels staan die bij aanrijding ernstige schade aan een voertuig en/of letsel aan de inzittenden kunnen veroorzaken (CROW, 2004a). Als dat wel het geval is, dan spreekt men van een gevarezone. In beide studies werd vastgesteld dat er bij circa de helft van de geanalyseerde ongevallen een niet-botsvriendelijk object binnen de obstakelvrije zone stond (zie Tabel 4.3).

Obstakel	Aantal en aandeel voertuigen	
	Onderzoeksgebied (n=30)	Zeeland (n=60)
Boom	7 (23%)	6 (10%)
Sloot	5 (17%)	14 (23%)
Talud (zonder sloot)	2 (7%)	5 (8%)
Lichtmast	1 (3%)	0 (0%)
Totaal	15 (50%)	25 (42%)

Tabel 4.3. *Obstakels binnen de gewenste obstakelvrije zone waartegen een voertuig tot stilstand is gekomen of die een rol hebben gespeeld in het ontstaan van letsel. Het aandeel is uitgedrukt als het percentage van de voertuigen betrokken bij de geanalyseerde bermongevallen.*

In de onderhavige studie werd (iets) vaker geconstateerd dat er een boom werd geraakt die binnen de obstakelvrije zone stond, en in de Zeeuwse studie bleken de voertuigen iets vaker in een sloot terecht te zijn gekomen.

4.1.3. Letsels en letselfactoren

Van alle 91 inzittenden van de voertuigen die betrokken waren bij de bermongevallen in de landelijke regio is 2% overleden en had 22% een MAIS van ten minste 2 (ernstig verkeersgewond). In de onderhavige studie lag het percentage overleden inzittenden hoger (8%) en het percentage ernstig gewonden lager (15%). Tezamen (overleden en ernstig verkeersgewond) komen de percentages wel overeen (24% versus 25%). Het ernstigste letsel werd in beide regio's veroorzaakt door aanrijdingen met vaste obstakels. In Zeeland waren dit bomen en steile walkanten van een sloot. In de onderhavige studie, die in een stedelijke regio plaatsvond, was dit een boom en een niet-botsvriendelijke lichtmast. Daarnaast zijn twee inzittenden (bijna) verdronken als gevolg van het te water raken van het voertuig. In de Zeeuwse studie bleek geen van de geanalyseerde gevallen tot verdrinking te hebben geleid, vooral doordat er – op het moment van het ongeval – nauwelijks water in de sloot stond. Bij één van de niet nader geanalyseerde dodelijke ongevallen in Zeeland heeft het op de kop in het water raken van het voertuig wel tot verdrinking geleid.

Een andere factor die vaak een rol speelde bij het ontstaan van letsel is het op of over de kop gaan van het voertuig. Bij de bermongevallen in Zeeland zijn 20 van de 60 betrokken voertuigen op of over de kop gegaan (33%). In de onderhavige studie werd een vergelijkbaar percentage gevonden; 11 van de 30 betrokken voertuigen (37%).

Gordels en airbags spelen een belangrijke rol in het verlagen van de letselernst. Deze beveiligingsmiddelen zijn echter niet altijd aanwezig, worden niet altijd gebruikt of treden niet altijd in werking. In de landelijke regio (Zeeland) droeg 18% van de auto-inzittenden geen gordel en had bij 28% van de inzittenden een airbag letsel kunnen voorkomen als deze aanwezig was geweest. Daarnaast bleek bij maar liefst 32% van de inzittenden de aanwezige airbag niet te zijn uitgevouwen. In de onderhavige studie werden vergelijkbare percentages gevonden: 10% van de auto-inzittenden droeg geen gordel, bij 23% van de auto-inzittenden had een airbag waarschijnlijk letsel kunnen voorkomen als deze aanwezig was geweest en bij 43% van de inzittenden de voorin de auto zaten en een airbag hadden, is deze niet uitgevouwen.

4.1.4. Subtypen van bermongevallen

Net als in de onderhavige studie zijn ook in de Zeeuwse dieptestudie prototypen van bermongevallen opgesteld. De 59 nader geanalyseerde Zeeuwse ongevallen bleken in zeven typen bermongevallen ondergebracht te kunnen worden, waarna een restgroep van 5 ongevallen overbleef. De subtypen werden als volgt benoemd (aandeel binnen de 59 ongevallen):

- afleiding van de rijtaak (24%);
- tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie (8%);
- alcoholgebruik als belangrijkste aanleiding (8%);
- weer- en/of wegconditie als belangrijkste aanleiding (20%);
- emotionele staat van de bestuurder als belangrijkste aanleiding (7%);
- uitwijken voor een dier of medeweggebruiker (14%);
- verkeerde inschatting van de verkeerssituatie (10%).

De kenmerken van deze zeven typen bermongevallen zijn samengevat in *Tabel 4.4*.

Hoewel in de betreffende dieptestudie meer subtypen zijn onderscheiden dan in de onderhavige studie, zijn er toch veel overeenkomsten tussen de subtypen uit beide studies. Zo zijn drie van de vier subtypen uit de onderhavige studie ook in de Zeeuwse dieptestudie aangetroffen: 'Tijdelijk niet in staat om te reageren', 'Afleiding' en 'Koers beïnvloed' (zie *Tabel 4.5*). Het laatstgenoemde subtype heeft in de Zeeuwse studie een ietwat andere benaming ('Uitwijken'), maar de prototypen zijn vergelijkbaar.

Subtype (aantal ongevallen; aandeel in totaal aantal geanalyseerde bermongevallen)	Leeftijd/sekse	Tijdstip	Locatie	Meest voorkomende factoren	Ernst ongeval
Afleiding (n=14; 24%)	Jonge mannen en vrouwen (43%)	Doordeweeks (64%)	80km/uur-weg (71%) In een bocht (64%)	<ul style="list-style-type: none"> - Afleiding (86-100%) - Limiet > categorie (36%) - Obstakelvrije zone te smal (64%) - Talud te steil (43-50%) 	MAIS 1-3 (50% MAIS2+)
Tijdelijk niet in staat om te reageren (n=5; 8%)	Gevarieerd (30- en 50+)	Doordeweeks (100%) Daglicht (100%)	80km/uur-weg (60%)	<ul style="list-style-type: none"> - Vermoeid (60%) - Medische conditie (60-80%) - Obstakelvrije zone te smal (40%) - Talud te steil (40%) 	MAIS1-2 (40% MAIS2+)
Alcohol als belangrijkste aanleiding (n=5; 8%)	Mannen (100%) Leeftijd varieert	Weekend (80%) Donker (60%)	80km/uur-weg (60%) In een bocht (80%)	<ul style="list-style-type: none"> - Alcohol (100%) - Te hoge snelheid (60%) - Bocht niet goed aangekondigd (20-40%) 	Variërend van licht letsel tot overlijden
Emotionele staat (n=4; 7%)	Gevarieerd (30- en 50+)	Doordeweeks (75%) Donker (75%)	Alle wegtypen In een bocht (100%)	<ul style="list-style-type: none"> - Emotioneel (100%) - Vermoeid/afgeleid (50%) - Te hoge snelheid (50-75%) - Geen wegverlichting (50-75%) - Obstakelvrije zone te smal (50%) - Talud te steil (75%) 	MAIS 1-3 (50% MAIS2+)
Weer- en wegconditie (n=12; 20%)	Vrouwen (42%) Leeftijd varieert	Doordeweeks (75%)	60km/uur-weg (50%)	<ul style="list-style-type: none"> - Te hoge snelheid voor omstandigheden (42-67%) - Weersomstandigheden (58%) - Wegdek (vuil of gaten) (67%) - Obstakelvrije zone te smal (33-42%) - Talud te steil (50-58%) 	MAIS1-2 of onbekend
Uitwijken (n=8; 14%)	Jonge mannen en vrouwen (18-29: 75%)	Doordeweeks (63%) Daglicht (88%)	Alle wegtypen	<ul style="list-style-type: none"> - Te hoge snelheid voor omstandigheden (0-50%) - Nieuw/ander voertuig (0-38%) - Medeweggebruiker/dier (63-100%) - Berm niet vergevingsgezind (63%) 	Geen letsel tot MAIS 3 (25% MAIS2+)
Verkeerde inschatting (n=6; 10%)	Mannen 40- (83%) 18-24 jr (67%)	Weekend (67%)	60- of 80km/uur-weg In een bocht (67%)	<ul style="list-style-type: none"> - Beginnersrijbewijs (33-67%) - Nieuw/ander voertuig (33-50%) - Te hoge snelheid (33-50%) - Krappe boogstraal (33%) 	Geen letsel tot MAIS 3 (67% MAIS2+)
Restgroep (n=5; 8%)	Mannen en vrouwen van 30 jaar en ouder	Divers	60- of 100km/uur-weg	Divers	MAIS1 tot overleden

Tabel 4.4. *Samenvatting van de subtypen van bermongevallen zoals onderscheiden in de parallele Zeeuwse dieptestudie (Davidse et al., 2011).*

Van de overige vier subtypen die in de Zeeuwse studie zijn onderscheiden, zijn er twee vergelijkbaar met het subtype 'Risicovol rijgedrag' dat in de onderhavige studie werd onderscheiden: 'Verkeerde inschatting' en 'Alcohol als belangrijkste aanleiding'. Het grotere aantal ongevallen dat in de Zeeuwse studie is geanalyseerd en het feit dat in die studie voor (vrijwel) alle geanalyseerde ongevallen interviewmateriaal beschikbaar was, hebben het mogelijk gemaakt verder onderscheid aan te brengen tussen de verschillende vormen van risicovol gedrag. Vermoedelijk vanwege dezelfde redenen kon in de Zeeuwse studie ook een subgroep worden gevormd met ongevallen die zijn ontstaan nadat iemand in geëmotioneerde staat is gaan autorijden. De vier ongevallen die bij dit subtype zijn ondergebracht, hadden gezien de overige kenmerken van het ongeval ook ondergebracht kunnen worden bij de subtypen 'Afleiding' (met gedachten niet bij het verkeer) en/of 'Tijdelijk niet in staat om te reageren' of 'Verkeerde inschatting'.

Onderzoeksgebied (n=27)	Zeeland (n=59)
<p>1. <i>Risicovol rijgedrag</i> (n=7; 26%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Jonge mannen (57%) - Weekend (71%) - Donker (71%) - Bocht (57%) - Limiet lager dan 80 km/uur <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gebrek aan ervaring (57-71%) - Rijsnelheid te hoog (57-71%) - Bocht slecht aangekondigd (43-57%) - Obstakelvrije zone te smal (57%) 	<p><i>Verkeerde inschatting (subtype 7)</i> (n=6; 10%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen tot 40 jaar (83%) - 18-24 jaar (67%) - Weekend (67%) - In een bocht (67%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Beginnersrijbewijs (33-67%) - Nieuw/ander voertuig (33-50%) - Te hoge snelheid (33-50%) - Krappe boogstraat (33%) <p><i>Alcohol als belangrijkste aanleiding (subtype 3)</i> (n=5; 8%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen (100%) - Weekend (80%) - Donker (60%) - 80km/uur-weg (60%) - Bocht (80%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alcohol (100%) - Te hoge snelheid (60%) - Bocht niet goed aangekondigd (20-40%)
<p>2. <i>Tijdelijk niet in staat om te reageren</i> (n=7; 26%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen tot 40 en 65+ - Weekend (71%) - Daglicht (86%) - 80km/uur-weg (71%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermoeidheid (29-57%) - Black-out (29-57%) - Rijstrook te smal (0-43%) - Obstakelvrije zone te smal (43-57%) 	<p><i>Tijdelijk niet in staat om te reageren (subtype 2)</i> (n=5; 8%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Jonger dan 30 en 50+ - Doordeweeks (100%) - Daglicht (100%) - 80km/uur-weg (60%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermoeidheid (60%) - Medische conditie (60-80%) - Obstakelvrije zone te smal (40%) - Talud te steil (40%)

Onderzoeksgebied (n=27)	Zeeland (n=59)
<p>3. <i>Afleiding</i> (n=2; 7%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen van 40-59 - Overdag - Rechte weg <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Afleiding (50-100%) 	<p><i>Afleiding (subtype 1)</i> (n=14; 24%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Jonge mannen en vrouwen (43%) - 80km/uur-weg (71%) - Bocht (64%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Afleiding (86-100%) - Limiet > categorie (36%) - Obstakelvrije zone te smal (64%) - Talud te steil (43-50%)
<p>4. <i>Koers beïnvloed</i> (n=5; 19%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen en vrouwen tot 40 jaar - Rechte weg (60%) - 80km/uur-weg (80%) <p>4. <i>Koers beïnvloed (vervolg)</i></p> <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mensfactoren onbekend (60%) - Andere weggebruiker (20-80%) - Verblindings (0-40%) - Band (20-40%) 	<p><i>Uitwijken (subtype 6)</i> (n=8; 14%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mannen en vrouwen tot 30 jaar (75%) - Daglicht (88%) - Bocht (63%) <p><i>Uitwijken (vervolg)</i></p> <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Medeweggebruiker/dier (63-100%) - Te hoge snelheid voor omstandigheden (0-50%) - Nieuw/ander voertuig (0-38%) - Berm niet vergevingsgezind (63%)
-	<p><i>Emotionele staat (subtype 4)</i> (n=4; 7%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alle leeftijden - Doordeweeks (75%) - Donker (75%) - In een bocht (100%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Emotioneel (100%) - Vermoeid/afgeleid (50%) - Te hoge snelheid (50-75%) - Geen wegverlichting (50-75%) - Obstakelvrije zone te smal (50%) - Talud te steil (75%)
-	<p><i>Weer- en wegconditie (subtype 4)</i> (n=12; 20%)</p> <p><u>Doelgroepen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vrouwen (42%) - Alle leeftijden - Doordeweeks (75%) - 60km/uur-weg (50%) <p><u>Factoren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Te hoge snelheid voor omstandigheden (42-67%) - Weersomstandigheden (58%) - Wegdek (vuil of gaten) (67%) - Obstakelvrije zone te smal (33-42%) - Talud te steil (50-58%)

Tabel 4.5. *Vergelijking van subtypen bermongevallen zoals onderscheiden in twee dieptestudies in verschillende Nederlandse regio's.*

Het andere subtype dat wel in de Zeeuwse studie maar niet in de onderhavige studie werd onderscheiden is 'weer- en wegconditie'. In de onderhavige studie was het slechts in twee gevallen evident dat de toestand van het wegdek een belangrijke rol speelde in het ontstaan van het ongeval. In de overige gevallen was er twijfel over de rol van een nat of vervuild wegdek of een slechte staat van het wegdek. Al met al betreft het wel zes ongevallen. Dit wijst erop dat een indeling in subtypen niet eenduidig hoeft te zijn. Bij het indelen in subtypen zal steeds een keuze moeten worden gemaakt over wat de meest informatieve indeling in subtypen is. Het gebruik van een sorteertaak die door verschillende betrokken onderzoekers wordt uitgevoerd, kan de subjectiviteit in de indeling naar subtypen terugdringen.

4.2. Nederlandse studies naar berm- en enkelvoudige ongevallen

In de afgelopen tien jaar is er in Nederland een beperkt aantal studies verricht naar de oorzaken van berm- of enkelvoudige ongevallen op niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. In deze paragraaf worden de studies besproken waarin met dat doel een set ongevallen is bestudeerd, hetzij door middel van diepteonderzoek, hetzij door middel van de analyse van BRON-gegevens. Het betreft de volgende studies:

- Analyse enkelvoudige ongevallen (Kuiken, Bolle & Nägele, 2008);
- Enkelvoudige verkeersongevallen op 80km/uur-wegen in de provincie Groningen (De Visser, 2002);
- Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland (Groen Licht Groen Licht Verkeersadviezen, 1999).

4.2.1. Analyse van enkelvoudige ongevallen

In opdracht van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat heeft DHV een studie uitgevoerd naar enkelvoudige ongevallen (Kuiken, Bolle & Nägele, 2008). Deze studie bestond uit een ongevallenanalyse, een literatuurstudie en interviews met deskundigen. Voor de ongevallenanalyse werd gebruikgemaakt van het BRON-bestand. De analyse richtte zich op enkelvoudige ongevallen op wegen met een snelheidslimiet van minimaal 60 km/uur waarbij een motorvoertuig betrokken was en die tot één of meer verkeersdoden en/of ziekenhuisgewonden leidden. De resultaten van de ongevallenanalyse zijn samengevat in *Tabel 4.6*. Dit betreft de kenmerken die volgens Kuiken, Bolle & Nägele kenmerkend zijn voor enkelvoudige ongevallen en waarvan de verdeling afwijkt ten opzichte van de verdeling bij niet-enkelvoudige ongevallen. Deze resultaten zijn zeer vergelijkbaar met de algemene karakteristieken van bermongevallen die in de onderhavige studie werden aangetroffen. Het grootste verschil betreft het aandeel ongevallen in bochten. In de onderhavige studie werd voor de totale set van 28 bermongevallen gevonden dat 48% van de bermongevallen plaatsvond in een bocht.

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal enkelvoudige ongevallen (2002-2006)
Man	77%
18- t/m 24-jarigen	28%
Nacht en avond	45%
Weekend	36%
Bochten	36%

Tabel 4.6. *Resultaten van de ongevallenanalyse van enkelvoudige ongevallen in Nederland (Kuiken, Bolle & Nägele, 2008).*

Kuiken, Bolle & Nägele rapporteren verder dat bij 16% van de enkelvoudige ongevallen werd vastgesteld dat de bestuurder van het voertuig alcohol had gebruikt. Bij 12% van de bestuurders werd een overschrijding van de alcohollimiet vastgesteld. In de onderhavige studie lag dit laatste percentage op een lager niveau (4%), maar in de Zeeuwse dieptestudie werd een vergelijkbaar percentage gevonden (10%).

Voor uitspraken over de aanleiding van het ongeval hebben Kuiken, Bolle & Nägele gebruikgemaakt van de politiecodering van de ongevalstoedrachten. De toedrachten die volgens hen relatief vaak voor kwamen waren:

- macht over het stuur verliezen (48%);
- slippen (13%);
- fout door bocht (8%);
- te veel rechts rijden (5%);
- te hoge snelheid (3%).

Wanneer een vergelijking wordt gemaakt met de toedrachten die worden vastgelegd bij 'meervoudige ongevallen', dan constateren Kuiken, Bolle & Nägele dat ook (poging) tot zelfdoding, onwel/ziekte en slaap/vermoeidheid toedrachten zijn die relatief vaak voorkomen bij enkelvoudige ongevallen.

4.2.2. *Enkelvoudige verkeersongevallen op 80km/uur-wegen in de provincie Groningen*

Voor meer inzicht in de oorzaken van enkelvoudige verkeersongevallen heeft De Visser (2002) bestuurders geïnterviewd die betrokken waren geweest bij een enkelvoudig slachtofferongeval op een 80km/uur-weg in de provincie Groningen. De bestuurders werden in eerste instantie benaderd door de politie. Alle bestuurders die in de periode van februari 2001 tot februari 2002 een enkelvoudig ongeval hadden gehad (106 Nederlandse bestuurders) ontvingen een brief met het verzoek om aan het onderzoek mee te werken. Zij die wilden meewerken (23 bestuurders; respons van 22%) werden geïnterviewd door een student van de universiteit Groningen. Via een gestructureerd interview werd onder meer gevraagd naar de toedracht van het ongeval, de omstandigheden voorafgaand aan het ongeval en de rit die men op dat moment aflegde. De informatie uit de interviews is vervolgens op twee manieren geanalyseerd. Allereerst zijn de algemene kenmerken van de bestuurders vergeleken met die van de gemiddelde weggebruiker (controlegroep). Daarna zijn de afzonderlijke ongevallen geanalyseerd. De resultaten van deze analyses volgen na een

korte toelichting over de wijze waarop de gegevens over de controlegroep zijn verzameld.

De Visser (2002) heeft een controlegroep gecreëerd van 'gemiddelde' Groningse weggebruikers door bij een tiental benzinstations langs 80km/uur-wegen in de provincie Groningen, op verschillende dagen en tijdstippen, weggebruikers te benaderen. Een groep van 106 weggebruikers ontving een vragenlijst met het verzoek deze in te vullen en op te sturen. Van deze groep hebben 42 personen aan het onderzoek meegewerkt (respons van 40%). In de vragenlijst werden dezelfde vragen gesteld als die aan de ongevalsbetroffen bestuurders werden gesteld, met uitzondering van de vragen over de toedracht van het ongeval. Voor vragen over hun rijgedrag werd hen gevraagd uit te gaan van de rit die zij aflegden voordat zij bij het benzinstation waren gestopt.

Een vergelijking van de antwoorden van de ongevalsgroep en de controlegroep leerde dat de bestuurders uit de ongevalsgroep significant:

- minder ervaring hadden met het voertuig waarin ze reden;
- minder lang in het bezit waren van een rijbewijs; en
- vaker een ongeval hadden in het weekend dan verwacht zou worden op basis van de afstand die op die dagen wordt afgelegd.

Daarnaast waren er aanwijzingen dat er in de ongevalsgroep meer sprake was geweest van alcoholgebruik en medicijngebruik en dat bestuurders uit deze groep vaker vermoeid waren.

Bij de analyse van de 23 ongevallen heeft De Visser (2002) gezocht naar de factoren die afwijken van het normale functioneren. Aan de hand van deze factoren heeft zij elk van de 23 enkelvoudige ongevallen beschreven door middel van een diagram. Vervolgens heeft zij de vergelijkbare ongevalsbeschrijvingen gegroepeerd. Dit resulteerde in de volgende vier ongevalstypen:

- onoplettendheid (8 ongevallen; 35%);
- uitwijkmanoeuvre (2 ongevallen; 9%);
- slippen (7 ongevallen; 30%);
- waarnemings- of beoordelingsfout (6 ongevallen; 26%).

De factoren die volgens De Visser een rol speelden bij deze ongevallen zijn weergegeven in *Tabel 4.7*.

De ongevalstypen die De Visser beschrijft, zijn sterk vergelijkbaar met de ongevalstypen die in de onderhavige studie en de Zeeuwse dieptestudie zijn onderscheiden. Het type 'uitwijkmanoeuvre' komt overeen met de subtypen 'koers beïnvloed' en 'uitwijken', het type 'slippen' komt overeen met het Zeeuwse subtype 'weer/wegconditie' en het type 'waarnemings- of beoordelingsfout' komt overeen met het subtype 'risicovol rijgedrag' uit de onderhavige studie en het Zeeuwse subtype 'verkeerde inschatting'. Het eerste ongevalstype uit *Tabel 4.7* – onoplettendheid – is een samensmelting van vier subtypen uit de Zeeuwse studie ('afleiding', 'tijdelijk niet in staat om te reageren', 'alcohol' en 'emotionele staat'). De subtypen 'niet-verkeersgerelateerde afleiding' en 'tijdelijk niet in staat om te reageren' uit de onderhavige studie zijn hier ook in te herkennen.

Ongevalstype	Factoren
Onoplettendheid	<ul style="list-style-type: none"> - alcoholgebruik - medicijngebruik - vermoeidheid - afleiding - onbekendheid voertuig - zachte, natte berm
Uitwijkmanoeuvre	<ul style="list-style-type: none"> - actie van een andere bestuurder - slechte berm/wegdek
Slippen	<ul style="list-style-type: none"> - glad wegdek - veel gravel - profiel banden - slecht weer - snelheid te hoog voor omstandigheden
Waarnemings- of beoordelingsfout	<ul style="list-style-type: none"> - onervarenheid - onbekendheid voertuig - weg/omgeving - bocht - zachte, natte berm

Tabel 4.7. *Factoren die een rol spelen bij vier typen enkelvoudige ongevallen (De Visser, 2002).*

De ongevalsfactoren die De Visser heeft toegekend, verschillen wel van de ongevalsfactoren die in de SWOV-dieptestudies zijn toegekend. De Visser heeft vrijwel uitsluitend mensfactoren toegekend, terwijl in de SWOV-dieptestudies vaak ook weg- en omgevingsfactoren werden toegekend. Dit verschil is toe te schrijven aan de focus in de dataverzameling.

4.2.3. *Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland*

In opdracht van de provincie Zeeland heeft Groen Licht Verkeersadviezen een (serie) studie(s) verricht naar enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland (Groen Licht Verkeersadviezen, 1999; 2000; 2001). In deze studies is uitsluitend vanuit een infrastructurele invalshoek naar de oorzaken van enkelvoudige verkeersongevallen gekeken. Aan de hand van een analyse van het ongevallenbestand van de provincie (gebaseerd op de politieregistratie), registratiesets van de politie (slachtofferongevallen) en locatieonderzoek is nagegaan welke weg- en omgevingskenmerken van invloed zijn geweest op het ontstaan en/of de afloop van enkelvoudige ongevallen. Bij de analyse is zowel gekeken naar slachtofferongevallen als naar ongevallen met uitsluitend materiële schade.

De resultaten van de ongevallenanalyse van Groen Licht Verkeersadviezen (1999) zijn samengevat in *Tabel 4.8*. Het valt op dat er een bijzonder grote rol wordt toegekend aan de rijsnelheid van de bestuurder (69%). Dit percentage ligt fors hoger dan het percentage dat in de Zeeuwse dieptestudie werd gevonden (27-47%; een vergelijking met de resultaten van de onderhavige dieptestudie is hier minder relevant). Groen Licht Verkeersadviezen baseert de invloed van snelheid op diverse toedrachten die door de politie aan de bestuurder van het voertuig zijn toegekend. Bij een aantal van deze toedrachten is de onaangepaste snelheid van de bestuurder niet noodzakelijkerwijs de enige mogelijke aanleiding. Verlies van de macht over het stuur kan bijvoorbeeld ook het gevolg zijn van afleiding of in slaap vallen. De toedracht zoals de politie die toekent is vooral bedoeld voor het bepalen

van de juridische afhandeling van het ongeval (zie bijvoorbeeld Davidse, 2007). Het proces dat voorafging aan het ongeval (en bijvoorbeeld het slippen) en de factoren die daarbij een rol speelden worden minder goed door de politie in kaart gebracht.

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal enkelvoudige ongevallen (januari 1993 t/m juni 1998)
18- t/m 24-jarigen	32%
Donker	38%
Zaterdag (slachtofferongevallen)	24%
Bochten	40%
Nat, glad of vuil wegdek	39%
Snelheid (gebaseerd op de toedrachten verlies macht over het stuur (52%), slippen (8%), fout bocht door rijden (5%) en te snel rijden (4%)) ^a	69%
Alcohol	13%

^a De samenvoeging van toedrachten en de conclusie ten aanzien van de rol van snelheid is afkomstig van Groen Licht Verkeersadviezen (1999).

Tabel 4.8. Resultaten van 'globale ongevallenanalyse' van enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland. Bron: Groen Licht Verkeersadviezen (1999).

De overige kenmerken zijn redelijk vergelijkbaar met de kenmerken uit de politieregistratie van de ongevallen die werden aangetroffen in de SWOV-dieptestudie die voor de provincie Zeeland werd uitgevoerd (zie *Paragraaf 4.1.1*). Zo werd in de Zeeuwse dieptestudie voor de totale set van 115 bermongevallen gevonden dat 10% van de bestuurders onder invloed van alcohol aan het verkeer had deelgenomen, 34% van de bestuurders die in de berm raakten een 18- t/m 24-jarige was en 47% van de ongevallen plaatsvond in een bocht.

Op basis van de resultaten van de ongevallenanalyse heeft Groen Licht Verkeersadviezen 27 hypothesen opgesteld over de relatie tussen wegkenmerken enerzijds en rijnsnelheid, waarnemings- en inschattingsvermogen, specifieke ongevalsoorzaken en slachtofferkans anderzijds. Deze hypothesen zijn getoetst aan de hand van locatie-inspecties op 28 wegvakken van N-wegen in Zeeland. Bij de selectie van wegvakken is ervoor gezorgd dat ze varieerden in lengte, intensiteit, aantal ongevallen, bochtigheid en de aanwezigheid van bomen. De wegvakken lagen bovendien verspreid over de hele provincie Zeeland.

Na statistische toetsing van de bovengenoemde hypothesen concludeert Groen Licht Verkeersadviezen dat de volgende wegkenmerken de kans op een ongeval vergroten (ongeacht het type ongeval):

- scherpe bocht na een lange rechtstand;
- smalle vrije baanbreedte (berijdbare ruimte inclusief obstakelvrije bermen);
- aanwezigheid van een talud, sloot of bomen;
- geringe afstand tussen wegwak en talud of sloot;

- smalle rijbaanbreedte;
- bochtige weg;
- afwezigheid kantmarkering (hoewel op basis van ongebruikelijk laag significantieniveau en dus hoge p-waarde).

Met uitzondering van de twee laatstgenoemde kenmerken sluiten alle kenmerken aan op de meest voorkomende wegfactoren die in de Zeeuwse dieptestudie naar voren kwamen (obstakelvrije zone te smal, talud te steil, boogstraal en/of bocht niet aangekondigd, snelheidslimiet te hoog voor categorie (smalle wegen) en suggestiestrook/redresseerstrook en/of rijstrook te smal).

4.3. Buitenlandse dieptestudies naar berm- of enkelvoudige ongevallen

De problematiek van bermongevallen is niet uniek voor Nederland. Ook in het buitenland worstelt men met het hoge aandeel dat dit type ongevallen heeft in het totaal aantal (dodelijke) ongevallen. In de Engelstalige literatuur worden bermongevallen veelal aangeduid met de term 'run-off-road crashes' of 'single-vehicle crashes'. In deze paragraaf worden zes studies beschreven die in het buitenland zijn uitgevoerd. Ze zijn geselecteerd omdat in de studies sprake was van dataverzameling die als diepteonderzoek kan worden aangemerkt. Het betreft de volgende studies:

- 1) *Fatal single vehicle crashes* (Haworth et al., 1997);
- 2) *Understanding the causation of single-vehicle crashes* (Sandin & Ljung, 2007);
- 3) *In-depth research into rural road crashes* (Baldock, Kloeden & McLean, 2008);
- 4) *Factors related to fatal single-vehicle run-off-road crashes* (Liu & Subramanian, 2009);
- 5) *Run-off road crashes: An on-scene perspective* (Liu & Ye, 2011);
- 6) *Accidents on primary roads* (HVU, 2011).

De tweede en de laatste studie zijn in Europa uitgevoerd, de eerste en de derde studie in Australië en de twee overige studies in de Verenigde Staten. In de volgende paragrafen worden de studies per werelddeel behandeld, te beginnen met de Europese studies.

4.3.1. Europese dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen

De twee Europese studies die in deze paragraaf worden besproken, zijn respectievelijk uitgevoerd in Denemarken en Zweden. Beide studies zijn uitgevoerd door een multidisciplinair team voor diepteonderzoek. In *Denemarken* wordt het diepteonderzoek thematisch uitgevoerd. Elk jaar worden een of twee typen verkeersongevallen bestudeerd (voor meer informatie over de methode van onderzoek zie Davidse, 2007). In 2009 startte de HVU een dieptestudie naar ongevallen op hoofdwegen buiten de bebouwde kom (HVU, 2011). Gedurende een periode van zes maanden zijn in totaal 30 ongevallen bestudeerd. Bij de analyse werden drie typen ongevallen onderscheiden, waarvan enkelvoudige ongevallen er een was. Van dat type werden in totaal zes ongevallen bestudeerd. Alle zes ongevallen vonden plaats in het donker (100%) en twee derde vond plaats op een nat wegdek (67%). De bestuurders van de betrokken voertuigen waren even vaak mannen als vrouwen. Vier van de zes bestuurders waren jonger dan 30 jaar, twee van hen waren jonger dan 25 jaar (33% van het

totaal). Bij alle ongevallen werd er sneller gereden dan was toegestaan of sneller dan de omstandigheden toelieten. Bij twee derde van de ongevallen was het ongeval te vermijden geweest als de bestuurder langzamer had gereden (67%). De meeste ongevallen (83%) gebeurden in een bocht en de meeste bochten (80%) waren relatief scherp. Bij drie ongevallen in een scherpe bocht heeft de hoge rijsnelheid van de bestuurder ertoe bijgedragen dat het ongeval is ontstaan. Bij één ongeval in een bocht was het ontbreken van de aankondiging van de bocht mede de oorzaak van het ontstaan van het ongeval (17%). Bij de helft van de ongevallen (50%) heeft een combinatie van een verkeerde manoeuvre en een te hoge snelheid tot het ontstaan van het ongeval geleid. Alcoholgebruik speelde eveneens een rol bij de helft van de ongevallen (50%). Daarbij was geen duidelijk patroon te ontdekken in het type bestuurder dat onder invloed van alcohol was (zowel man als vrouw, zowel jong als oud).

Het aantal ongevallen dat in de Deense studie werd bestudeerd was te klein om een verdere onderverdeling aan te brengen naar typen enkelvoudige ongevallen. De algemene kenmerken van de ongevallen zijn deels vergelijkbaar met de kenmerken van de bermongevallen die in de onderhavige dieptestudie zijn bestudeerd (relatief vaak in een bocht, relatief vaak jonge bestuurders), maar deels ook niet (vaak in het donker en op een nat wegdek, even vaak vrouwelijke als mannelijke bestuurders). Dit geldt ook voor de ongevalsfactoren. Zo werd er in de Deense studie – net als in de onderhavige studie (subtype risicovol rijgedrag) – geconstateerd dat er in een aantal gevallen sprake was van een te hoge rijsnelheid in een bocht, maar ook dat de helft van de bestuurders onder invloed was van alcohol. In de onderhavige dieptestudie werd alcoholgebruik slechts eenmaal als ongevalsfactor aangemerkt.

Het Zweedse team voor diepteonderzoek wordt vrijwel direct op de hoogte gesteld van alle ongevallen die plaatsvinden op een rijafstand van maximaal 30 minuten van het centrum van Gothenburg. Uit alle ongevallen die zij in de loop der jaren hebben bestudeerd, hebben Sandin & Ljung (2007) de enkelvoudige ongevallen geselecteerd en deze aan een separate analyse onderworpen. De betreffende 38 enkelvoudige ongevallen zijn gegroepeerd op basis van vergelijkbare ongevalsscenario's. Dit resulteerde in vier typen enkelvoudige ongevallen:

- geleidelijk van de weg raken door vermoeidheid, slaperigheid of afleiding (16 ongevallen; 42%);
- controleverlies in de bocht door verminderde grip (11 ongevallen; 29%);
- hoge snelheid in de bocht (7 ongevallen; 18%);
- uitwijkmanoeuvre (4 ongevallen; 11%).

De factoren die volgens Sandin & Ljung een rol speelden bij deze ongevallen zijn weergegeven in *Tabel 4.9*. Deze factoren zijn veelal onderling gerelateerd. Het Zweedse onderzoeksteam geeft de ongevalsfactoren namelijk weer in de vorm van een boomstructuur. Een voorbeeld daarvan start met een werkrooster dat niet geschikt is. Dat heeft bij een aantal ongevalsbetrokken bestuurders geleid tot een verstoring van het dag-nachtritme, die op haar beurt tot vermoeidheid leidde.

Ongevalstypen	Factoren
Geleidelijk van de weg door vermoeidheid, slaperigheid of afleiding (n=16; 42%) Ernst: 13% MAIS2+	- vermoeidheid (56%) - afleiding (44%) - onoplettendheid (44%) - verstoring van dag-nachtritme (25%) - monotoon wegbeeld (19%) - ongepast werkrooster (19%)
Controleverlies in de bocht door verminderde grip (n=11; 29%) Ernst: 18% MAIS2+	- glad of vuil wegdek (100%) - krappe boogstraal (64%) - automatisme (64%) - voertuigeigenschappen (45%) - snelheidslimiet te hoog (36%) - nieuw/ander voertuig (27%)
Hoge snelheid in de bocht (n=7; 18%) Ernst: 43% MAIS2+	- te hoge rijsnelheid (100%) - groepsdruk (71%) - overschatting eigen vermogens (57%) - nieuw/ander voertuig (57%) - voertuigeigenschappen (43%)
Uitwijkmanoeuvre (4 ongevallen; 11%) Ernst: 25% MAIS2+	- angst voor medeweggebruiker (100%) - automatisme (75%)

Tabel 4.9. *Factoren die een rol spelen bij vier typen enkelvoudige ongevallen (Sandin & Ljung, 2007).*

De ongevalstypen die Sandin & Ljung beschrijven, vertonen sterke overeenkomsten met de ongevalstypen die in de onderhavige studie en de Zeeuwse diepteststudie zijn onderscheiden, evenals met de ongevalstypen die werden onderscheiden door De Visser (2002). In *Tabel 4.10* zijn de overeenkomstige subtypen naast elkaar geplaatst.

Sandin & Ljung Zweden	De Visser (2002) Groningen	Davidse et al. (2011) Zeeland	Onderhavige studie
Geleidelijk van de weg door vermoeidheid, slaperigheid of afleiding (42%)	Onoplettendheid (35%)	Tijdelijk niet in staat... (8%) Afleiding (24%)	Tijdelijk niet in staat... (26%) Afleiding (7%)
Controleverlies in de bocht door verminderde grip (29%)	Slippen (30%)	Weer- en wegconditie (20%)	-
Hoge snelheid in de bocht (18%)	Waarnemings- of beoordelingsfout (26%)	Verkeerde inschatting (10%) Alcohol (8%)	Risicovol rijgedrag (26%)
Uitwijkmanoeuvre (11%)	Uitwijkmanoeuvre (9%)	Uitwijken (14%)	Koers beïnvloed (19%)

Tabel 4.10. *Vergelijking van subtypen bermongevallen zoals onderscheiden in verschillende diepteststudies.*

Sandin & Ljung (2007) beschrijven ook enkele algemene kenmerken van de enkelvoudige ongevallen die zij hebben bestudeerd. Daaruit komt naar voren dat het merendeel van de ongevallen plaatsvond in een bocht (63%) en dat meer dan de helft van de ongevallen binnen de bebouwde kom

plaatsvond (55%). Dit laatste gegeven wijst erop dat de ongevallenset afwijkt van de set ongevallen die in de onderhavige studie en de parallelle Zeeuwse studie is bestudeerd. Dat geldt ook voor de bestuurders die betrokken zijn bij de enkelvoudige ongevallen: 45% is een vrouw. Net als in de onderhavige studie en de parallelle Zeeuwse studie zijn er echter wel verschillen in de betrokkenheid van mannen en vrouwen bij de verschillende subtypen. Zo waren de bestuurders die betrokken waren bij ongevallen van het type 'Hoge snelheid in de bocht' allen (jonge) mannen, terwijl de bestuurders die betrokken waren bij de ongevallen van het type 'Uitwijkmanoeuvre' allen vrouwen waren.

4.3.2. Australische dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen

De twee Australische studies die in deze paragraaf worden besproken, zijn uitgevoerd in twee verschillende staten: Victoria en South Australia. In beide gevallen vond de dataverzameling plaats in het gebied (in en) rondom de hoofdstad (respectievelijk Melbourne en Adelaide).

De studie naar enkelvoudige ongevallen die in *Victoria* werd uitgevoerd, was een zogenoemde 'case-controlstudie' (Haworth et al., 1997). Het onderzoeksteam verzamelde niet alleen gegevens over de locaties, bestuurders en voertuigen die 'betrokken waren bij' een enkelvoudig ongeval, maar ook gegevens over bestuurders die – zonder bij een ongeval betrokken te zijn – een selectie van 100 controlelocaties passeerden, hun voertuigen en de controlelocaties zelf. Het onderzoek richtte zich op enkelvoudige ongevallen met gemotoriseerde voertuigen die een dodelijke afloop kenden en die plaatsvonden tussen 1 december 1995 en 30 november 1996 binnen een straal van 200 kilometer in en rondom Melbourne. Er zijn 127 enkelvoudige ongevallen bestudeerd. Zestig procent van deze ongevallen vond plaats binnen de metropool Melbourne en 40% daarbuiten. De bestudeerde ongevallen vonden dus deels binnen en deels buiten de bebouwde kom plaats. De controlelocaties waren vooraf geselecteerd. Bij de selectie van deze locaties werd gezorgd voor een evenredige verdeling naar locatie (metropool, buitengebied en provinciestad), wegtype en tijdstip. De kenmerken van de ongevalsbetrokkenen (bestuurders, voertuigen en locaties) werden vergeleken met de kenmerken van de controlegroep (eveneens bestaande uit bestuurders, voertuigen en locaties). Vervolgens werd voor elk van de kenmerken het relatieve risico bepaald; in het geval van bijvoorbeeld alcoholgebruik wordt dan gekeken in hoeverre de verhouding tussen bestuurders met een bepaald bloedalcoholgehalte en bestuurders met een lager bloedalcoholgehalte verschilt tussen de ongevalsbetrokken bestuurders en de bestuurders uit de controlegroep. Daarbij werd onderscheid gemaakt tussen het relatieve risico om 'betrokken te raken bij' een enkelvoudig ongeval en het relatieve risico van een ernstige afloop van het ongeval. De belangrijkste risicoverhogende factoren op ongevalsniveau waren:

- alcohol en cannabis (boven versus onder wettelijke limiet);
- jonge bestuurders (jonger dan 25 jaar versus 35- t/m 49-jarigen);
- oudere bestuurders (ouder dan 60 jaar versus 35- t/m 49-jarigen).

De belangrijkste letselverhogende factoren waren:

- geen gordel dragen (geen versus wel een gordel);
- oude voertuigen (18 jaar oud of ouder versus jongere voertuigen);

- bomen en palen, in het bijzonder wanneer ze binnen de obstakelvrije zone staan (aanwezig bij 75% van de ongevallen; relatief risico kon niet worden bepaald).

De risicoverhogende factoren op ongevals niveau komen overeen met de bevindingen uit de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie in de zin dat het kenmerken zijn van een of meer van de typen bermongevallen die zijn geïdentificeerd. In beide dieptestudies werd geconstateerd dat jonge automobilisten vooral betrokken zijn bij bepaalde typen bermongevallen, zoals ongevallen die ontstonden nadat de bestuurder met een te hoge snelheid een bocht naderde of een voorligger inhaalde waar dat eigenlijk niet kon. Oudere automobilisten bleken vooral betrokken bij de ongevallen van het type 'tijdelijk niet in staat om te reageren'. Ongevals betrokken bestuurders die een bloedalcoholgehalte hadden dat hoger lag dan wettelijk is toegestaan, werden in de onderhavige dieptestudie nauwelijks aangetroffen. In de parallelle Zeeuwse dieptestudie werd echter geconstateerd dat een aantal bermongevallen als overeenkomst had dat alcoholgebruik de belangrijkste aanleiding vormde voor het ontstaan van het ongeval.

De letselverhogende factoren die in de studie van Haworth et al. (1997) naar voren kwamen, zijn ook in de onderhavige en parallelle Zeeuwse dieptestudie benoemd. De aanwezigheid van niet-botsvriendelijke obstakels binnen de obstakelvrije zone werd in deze beide studies als belangrijkste letselfactor beschouwd. Bij de bermongevallen die in de onderhavige studie werden bestudeerd, botste 50% van de voertuigen tegen een niet-botsvriendelijk object dat binnen de gewenste obstakelvrije zone stond. Haworth et al. (1997) rapporteren dat er bij 31% van de enkelvoudige ongevallen met dodelijke afloop en aanrijding was tegen een boom of paal die binnen de aanbevolen obstakelvrije zone stond.

De bevindingen van Haworth et al. (1997) wijzen erop dat de bovengenoemde ongevals- en letselfactoren niet alleen vaak voorkomen bij bermongevallen – zoals in de onderhavige en parallelle Zeeuwse dieptestudie werd geconstateerd – maar dat ze ook vaker voorkomen bij enkelvoudige ongevallen dan bij ritten die niet tot een (ernstig) ongeval hebben geleid.

De dieptestudie die is uitgevoerd in de staat *South Australia* was breder van opzet (Baldock, Kloeden & McLean, 2008). In die studie zijn alle ongevallen bestudeerd die plaatsvonden op wegen buiten de bebouwde kom die binnen een straal van 100 kilometer rondom Adelaide liggen. Daarmee werden dus niet alleen enkelvoudige ongevallen of bermongevallen bestudeerd, maar bijvoorbeeld ook aanrijdingen tussen twee voertuigen op kruispunten. De bevindingen worden door Baldock, Kloeden & McLean wel uitgesplitst naar type ongeval. In totaal zijn er 105 enkelvoudige ongevallen bestudeerd. Deze vonden plaats tussen 1 maart 1998 en 29 februari 2000. In vergelijking met ongevallen buiten de bebouwde kom waarbij meer voertuigen betrokken waren, vonden enkelvoudige ongevallen verhoudingsgewijs vaker plaats op wegen met een hogere snelheidslimiet en in een bocht (met name een bocht naar rechts; in Australië rijdt men links). De bestuurder van het voertuig was verhoudingsgewijs vaker jong, onervaren en/of onder invloed van alcohol. Bij de analyse van factoren die een rol speelden bij het ontstaan en/of de afloop van het ongeval, lag de nadruk op de infrastructuur. De meest voorkomende

ongevalsfactoren waren een onverharde berm (50%), een vervuild, glad of onverhard wegdek (23%) en het ontbreken van kantmarkering (9%).

Als een voertuig in de berm raakte en een object raakte, dan was dat in verreweg de meeste gevallen een boom; bij meer dan de helft van de enkelvoudige ongevallen (56%) raakte het voertuig een boom. Een aanrijding tegen een boom leidde ook tot het ernstigste letsel. De ernst van het letsel bleek daarbij ook nog afhankelijk van de afstand tussen de boom en de rand van de wegverharding. Deze resultaten werden niet voorzien van de snelheidslimiet en de daarbij behorende gewenste of aanbevolen obstakelvrije afstand. Een vergelijking met de resultaten uit de onderhavige studie is daardoor in dat opzicht niet mogelijk. De resultaten komen wel overeen in de zin dat bomen de obstakels zijn waartegen voertuigen bij bermongevallen het vaakst tot stilstand komen. Uiteraard speelt de inrichting van het landschap in het betreffende onderzoeksgebied daarbij ook een belangrijke rol. In de parallelle Zeeuwse studie werd immers gevonden dat de voertuigen het vaakst tot stilstand kwamen in een greppel of sloot.

Een kwart van de voertuigen die betrokken waren bij de door Baldock, Kloeden & McLean bestudeerde ongevallen ging in de berm over de kop (24%). Het merendeel van deze voertuigen (85%) had daarvoor een of meer objecten geraakt. De kans op het over de kop gaan van het voertuig was het grootst wanneer het voertuig van een dijk of talud afreed; in alle gevallen leidde dit tot een zogenoemde 'rollover'. In de onderhavige en de parallelle Zeeuwse dieptestudie ging circa een derde van de voertuigen over de kop (respectievelijk 37% en 33%).

4.3.3. Noord-Amerikaanse dieptestudies naar enkelvoudige ongevallen

In de Verenigde Staten zijn diverse gegevensbestanden beschikbaar met meer en minder gedetailleerde nationale gegevens over verkeersongevallen. Twee van deze bestanden zijn het Fatality Analysis Reporting System (FARS) en het bestand van de National Motor Vehicle Crash Causation Survey (NMVCCS). Beide bestanden zijn recentelijk gebruikt om inzicht te krijgen in de factoren die een rol spelen bij bermongevallen ('run-off-road crashes').

Liu & Subramanian (2009) hebben de *FARS-gegevens* over de jaren 1991-2007 gebruikt om te bepalen welke weg-, bestuurder-, voertuig- en omgevingskenmerken het relatieve risico op 'betrokkenheid bij' een dodelijk enkelvoudig *bermongeval* verhogen (binnen en buiten de bebouwde kom). Daartoe hebben zij de dodelijke enkelvoudige ongevallen in twee groepen ingedeeld: enkelvoudige bermongevallen en enkelvoudige ongevallen waarbij het voertuig op de weg blijft. Vervolgens hebben ze bepaald welke kenmerken vaker voorkomen bij de enkelvoudige bermongevallen (chi-kwadraattoets) en welke kenmerken het relatieve risico op een enkelvoudig *bermongeval* het meest verhogen (logistische regressie). Deze laatste analyse geeft inzicht in de omstandigheden waarin voertuigen bij een dodelijk enkelvoudig ongeval in de berm belanden in plaats van op de weg te blijven. Dit betreft de volgende omstandigheden (in afnemende volgorde van relatieve risico's):

- slaperige bestuurder (versus niet-slaperig);
- alcoholgebruik (BAG > 0,01 versus BAG = 0);
- bocht (versus rechtstand);

- rijnsnelheid boven limiet (versus onder of gelijk aan limiet);
- personenauto (versus andere typen lichte motorvoertuigen);
- buiten de bebouwde kom (versus binnen bebouwde kom);
- een of twee rijstroken (versus drie of meer rijstroken);
- snelheidslimiet hoger of gelijk aan 96 km/uur (versus lager);
- slechte weersomstandigheden (versus goed);
- uitwijkmanoeuvre vanwege dier, tegenligger of wind (versus geen uitwijkmanoeuvre).

De gegevens van het *NMVCCS-bestand* zijn op een vergelijkbare wijze geanalyseerd, gebruikmakend van gegevens over de periode 2005-2007. Dit bestand bevat gedetailleerdere ongevalsinformatie, omdat het resultaten bevat van dieptestudies naar verkeersongevallen. Bij deze dieptestudies zijn weg- en voertuiginspecties uitgevoerd en interviews afgenomen. Deze gegevens zijn gebruikt om na te gaan wat de 'kritische' reden is dat de betrokken bestuurder in de berm is geraakt; veelal de laatste fout in de ongevalsketen en dus in tijd het kortst voor het in de berm raken (vergelijkbaar met de functionele fout die in de onderhavige dieptestudie werd toegekend). Daarnaast is ook met dit bestand nagegaan wat de belangrijkste risicoverhogende factoren zijn (Liu & Ye, 2011). Deze laatste analyse geeft dus opnieuw inzicht in de omstandigheden waarin voertuigen bij een enkelvoudig ongeval in de berm belanden in plaats van op de weg te blijven. Ditmaal werd echter niet alleen gekeken naar dodelijke ongevallen en de beschikbare informatie per ongeval was uitgebreider. De volgende omstandigheden blijken het relatieve risico op een enkelvoudig *bermongeval* te vergroten (in afnemende volgorde van relatieve risico's):

- onoplettendheid;
- vermoeidheid;
- haast;
- droog wegdek.

De kritische redenen die vooraf gingen aan het in de berm raken waren vooral mensgerelateerd (95%). Dat is niet verrassend, want de mens is degene die vaak op het laatst nog zou kunnen ingrijpen als het voertuig of de weg faalt (Rumar, 1985). De kritische redenen die genoemd worden die *niet* gerelateerd zijn aan de mens, zijn een vuil wegdek, regen of sneeuw en remmen, banden of een motor die niet functioneerde. De mensgerelateerde kritische redenen zijn onderverdeeld in de categorieën 'herkenningsfouten', 'beslissingsfouten', 'uitvoeringsfouten' en 'geen actie'. Deze indeling is enigszins vergelijkbaar met de indeling van de functionele fouten (zie *Paragraaf 2.3.3* en *Bijlage 7*). Bij enkelvoudige *bermongevallen* komen alle vier de categorieën ongeveer even vaak voor (meest: uitvoeringsfout (28%); minst herkenningsfout (20%)). Bij de overige enkelvoudige ongevallen is de beslissingsfout met een aandeel van 60% de meest voorkomende kritische reden, gevolgd door de uitvoeringsfout (26%). Kijkend naar de individuele kritische redenen voor het in de berm raken (bij een enkelvoudig ongeval), dan bestaat de top-vijf uit:

- interne afleiding (15%; tevens meest voorkomende herkenningsfout);
- overcompensatie (14%; tevens meest voorkomende uitvoeringsfout);
- slecht koers houden (13%; uitvoeringsfout);
- te snel door een bocht (11%; beslissingsfout);
- slaperig of daadwerkelijk in slaap gevallen (10%; tevens meest voorkomende oorzaak van 'geen actie').

De resultaten van de twee bovenstaande studies zijn lastig een op een te vergelijken met de resultaten van de onderhavige studie. Dat neemt niet weg dat vrijwel alle risicoverhogende omstandigheden en kritische fouten ook zijn aangetroffen in en benoemd bij de beschrijving van een of meer typen bermongevallen die in de onderhavige en/of de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd.

4.4. **Overzicht van de resultaten van binnen- en buitenlandse studies naar bermongevallen**

In de voorgaande paragrafen zijn diverse studies besproken die ook gericht waren op enkelvoudige ongevallen of bermongevallen. De resultaten van deze studies zijn samengevat in *Tabel 4.11*.

Ten aanzien van de algemene kenmerken van bermongevallen zijn de resultaten van de meeste studies eensluidend. De meeste studies rapporteren dat het merendeel van de bestuurders van voertuigen die in de berm raken mannen zijn (circa 75%) en dat jonge bestuurders oververtegenwoordigd zijn bij bermongevallen. De Nederlandse studies rapporteren dat bermongevallen relatief vaak in het weekend plaatsvinden. Buitenlandse studies geven hier vaak geen informatie over. In sommige studies wordt wel gerapporteerd dat enkelvoudige ongevallen vaak plaatsvinden in de nacht of als het donker is.

Rijden onder invloed van alcohol is een kenmerk dat in de algemene literatuur vaak genoemd wordt als een factor die een rol zou spelen bij bermongevallen. Het percentage bestuurders dat onder invloed van alcohol in de berm raakte of betrokken was bij een enkelvoudig ongeval blijkt echter sterk te verschillen naar gelang aan welke studie er wordt gerefereerd: van 4 tot maar liefst 50%. Deze verschillen reflecteren waarschijnlijk niet alleen verschillen in de mate waarin bestuurders die in de berm raakten onder invloed waren van alcohol, maar ook verschillen in de definitie van rijden onder invloed (detecteerbaar ($BAG > 0,01$) of boven de wettelijke limiet), de mate waarin alcoholgebruik na verkeersongevallen wordt onderzocht en de ongevallen die zijn onderzocht (variërend van alle letselongevallen tot uitsluitend dodelijke ongevallen).

De locatie waar ongevallen hebben plaatsgevonden wordt eveneens beïnvloed door het type ongevallen dat is onderzocht. Het ene uiterste wordt gevormd door studies waarin alle enkelvoudige ongevallen zijn bestudeerd, inclusief de ongevallen die binnen de bebouwde kom plaatsvonden (Haworth et al., 1997; Liu & Subramanian, 2009; Liu & Ye, 2011; Sandin & Ljung, 2007) en het andere uiterste was een studie naar enkelvoudige ongevallen op 80km/uur-wegen (De Visser, 2002). Een vergelijking van het type wegen waarop de meeste bermongevallen plaatsvinden is derhalve niet zo informatief. Temeer daar dit gegeven ook sterk afhankelijk is van het gebied waarin de studie is uitgevoerd en de mate waarin deze wegen worden gebruikt (intensiteiten). Dat neemt niet weg dat de meeste studies naar enkelvoudige ongevallen wel vermelden dat deze relatief vaak plaatsvonden in een bocht.

Studie	Geslacht bestuurder	Leeftijd bestuurder	Dag en Tijdstip	Alcohol	Wegtype	Wegsituatie	Subtypen of toedracht (geordend naar aandeel)	Ongevulsfactoren (top-5)
Onderhavige studie Analyse n=27 Totaal n=28 Bermongevallen bubeko	Man (79%)	18-24 jaar (21%) 30-39 jaar (29%) jonge mannen (21%)	Weekend (57%)	4%	80km/uur-weg (54%)	Bocht (48%)	Risicogedrag (26%) Tijdelijk niet in staat... (26%) Koers beïnvloed (19%) Afleiding (7%)	Obst.vrije zone te smal (44-52%) Talud te steil (22-26%) Afleiding (19-30%) Semiverharding niet aanwezig (19-26%) Rij- en/of redresseerstr. te smal (11-26%)
Davidse et al. (2011) Analyse n=59 Totaal n=115 Bermongevallen buiten bebouwde kom (bubeko) in Zeeland	Man (74%)	18-24 jaar (34%), jonge mannen (27%)	Weekend (45%), Weekendnacht (17%)	10%	80km/uur-weg (55%)	Bocht (47%)	Afleiding (24%) Weer/wegconditie (20%) Uitwijken (14%) Verkeerde inschatting (10%) Tijdelijk niet in staat... (8%) Alcohol belangr. aanleiding (8%) Emotionele staat (7%)	Obst.vrije zone te smal (41-42%) Talud te steil (34-37%) Afleiding (31-42%) Snelheid (27-47%) Alcohol (19-22%)
Kuiken, Bolle & Nägele (2008) BRON 2002-2006, n=6747 Enkelvoudige ongevallen	Man (77%)	Jong (18-24; 28%)	Zater- en zondag (36%) 19:00 – 7:00 (45%)	16%	-	Bocht (36%)	Verlies controle (48%) Slippen (13%) Fout door bocht (8%) Teveel rechts (5%) Te hoge snelheid (3%)	[Geen informatie op basis van ongevallenanalyse]
De Visser (2002) Analyse n=23 Totaal n=106 Enkelvoudige ongevallen in Groningen	Man (70%)	18-24 jaar (28%)	Weekend (52%)	17%	[80km/uur-wegen is selectie criterium]	Bocht (61%)	Onoplettendheid (35%) Uitwijkmanoeuvre (9%) Slippen (30%) Waarnemings- of beoordelingsfout (26%)	Nieuw/onbekend voertuig Rijbewijs < 10 jaar Alcohol/medicijnen/vermoeid Toestand wegdek
Groen Licht (1999) VERAS-gegevens 1993-1998, n=873 Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland	Geen info	18-24 jaar (32%)	Zaterdag (24%)	13%	[Uitsluitend ongevallen op provinciale wegen bestudeerd]	Bocht (40%)	[Geen onderverdeling in subtypen]	Scherpe bocht na een lange rechtstand Smalle vrije baanbreedte Aanwezigheid van talud, sloot of bomen Geringe afstand wegwak => talud/sloot Smalle rijbaanbreedte Bochtige weg
HVU (2011) n=6 Enkelvoudige ongevallen op hoofdwegen bubeko	Man (50%)	Jong (18-24; 33%)	Donker (100%)	50%	[Geen informatie]	Bocht (83%)	[Enkelvoudige ongevallen zijn subtype van ongevallen op hoofdwegen buiten de bebouwde kom]	Snelheid (67%) Scherpe bocht (67%) Verkeerde manoeuvre (50%) Alcohol (50%)
Sandin & Ljung (2007) n=38 Enkelvoudige ongevallen in Zweden	Man (55%)	[Geen informatie over totale set]	[Geen informatie; het lijkt erop dat alleen die ongevallen zijn bestudeerd die plaatsvonden op doordeweekse dagen tijdens kantooruren]	[Geen info]	70 km/uur (45%)	Bocht (63%)	Geleidelijk van de weg door vermoeidheid, slaperigheid of afleiding (42%) Controleverlies in de bocht door verminderde grip (29%) Hoge snelheid in de bocht (18%) Uitwijkmanoeuvre (11%)	Glad of vuil wegdek (37%) Afleiding (26%) Automatisme (26%) Vermoeidheid (24%) Voertuigeigenschappen (21%)

Studie	Geslacht bestuurder	Leeftijd bestuurder	Dag en Tijdstip	Alcohol	Wegtype	Wegsituatie	Subtypen of toedracht (geordend naar aandeel)	Ongevelfactoren (top-5)
Haworth et al. (1997) n=127 Dodelijke enkelvoudige ongevallen in Victoria, Australië (1995-1996)	Man (78%)	Jong (-24; 41%)	Zater- en zondag (43%)	36%	100 km/uur (43%)	Bocht (33%)	Geen subtypen gedefinieerd maar gekeken naar verschillen tussen weg-, voertuig- en bestuurderskenmerken van ongevals-betrokkenen en een controlegroep. Verschillen zijn bepaald o.b.v. relatieve risico's; welke kenmerken komen vaker voor bij dodelijke enkelvoudige ongevallen.	Risicoverhogende factoren: - alcohol en cannabis; - jonge bestuurders; - oudere bestuurders. Letselverhogende factoren: - geen gordel dragen; - oude voertuigen; - aanwezigheid van bomen en palen.
Baldock et al. (2008) n=105 Enkelvoudige ongevallen bubeko in South Australia (1998-2000)	Man (60%)	Jong (-24; 40%)	[Geen informatie]	18%	100 km/uur (48%)	Bocht (52%)	Geen subtypen gedefinieerd maar gekeken naar verschillen in de frequenties van weg- en bestuurderskenmerken bij enkelvoudige ongevallen met een verschillend verloop (zoals links of rechts van de weg geraakt).	Onverharde berm (50%) Vervuild, glad of onverhard wegdek (23%) Ontbreken van kantmarkering (9%)
Liu & Subramanian (2009) n=218.000 Dodelijke enkelvoudige ongevallen in de Verenigde Staten waarbij de bestuurder in de berm is geraakt (1991-2007)	Man (76%)	Jong (15-24; 36%)	Nacht (54%)	46% (> 0,01)	Hogere limieten	Bocht (39%)	Geen subtypen gedefinieerd maar gekeken naar verschillen ten opzichte van enkelvoudige ongevallen waarbij de bestuurder <i>niet</i> in de berm is geraakt. Verschillen zijn bepaald o.b.v. relatieve risico's; welke kenmerken komen vaker voor bij enkelvoudige <i>bermongevallen</i> .	Risicoverhogende factoren: - slaperige bestuurder; - alcoholgebruik; - bocht; - rijsnelheid boven limiet; - personenauto; - buiten de bebouwde kom; - minder dan drie rijstroken; - snelheidslimiet \geq 96 km/uur (60mph); - slechte weersomstandigheden; - uitwijkmanoeuvre.
Liu & Ye (2011) n=434.412 (gewogen aantal) Enkelvoudige bermongevallen in de Verenigde Staten waarbij de bestuurder in de berm is geraakt (2005-2007)	Man (59%)	-	-	20% (> 0,01)	-	-	Geen subtypen gedefinieerd maar gekeken naar verschillen ten opzichte van enkelvoudige ongevallen waarbij de bestuurder <i>niet</i> in de berm is geraakt. Verschillen zijn bepaald o.b.v. relatieve risico's; welke kenmerken komen vaker voor bij enkelvoudige <i>bermongevallen</i> .	Risicoverhogende factoren: - onoplettendheid; - vermoeidheid; - haast; - droog wegdek.

Tabel 4.11. Overzicht van de resultaten van binnen- en buitenlandse studies naar berm- of enkelvoudige ongevallen.

Subtypen of clusters van bermongevallen worden in vijf van de elf besproken studies beschreven. In één van deze studies zijn de clusters gebaseerd op de door de politie toegekende ongevalstoedrachten (Kuiken, Bolle & Nägele, 2008). Deze zijn echter vaak juridisch getint en hebben vooral betrekking op de directe aanleiding van het in de berm raken van het voertuig. De andere studies waarin subtypen zijn geïdentificeerd, komen veelal tot dezelfde subtypen (zie *Tabel 4.10*). Voor zover er verschillen in subtypen zijn, betreft het vooral een verdere uitsplitsing van een algemener subtype.

Ongevalsefactoren worden wel in de meeste studies besproken, maar de focus van de studie en de bijbehorende dataverzameling bepalen welke typen ongevalsfactoren worden geïdentificeerd. Zo werd in de Groningse studie (De Visser, 2002) uitsluitend gebruikgemaakt van interviewmateriaal en werden geen weg- en/of voertuiginspecties uitgevoerd. Daardoor zijn (vrijwel) uitsluitend mensfactoren aangewezen. De studies van Groen Licht Verkeersadviezen (1999) en Baldock, Kloeden & McLean (2008) waren juist (vrijwel) uitsluitend gericht op de infrastructuur.

Ten aanzien van de generaliseerbaarheid van de resultaten van de onderhavige studie naar de situatie in Nederland, kan worden gesteld dat de resultaten van de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie elkaar versterken. Bij de analyse van de bermongevallen die plaatsvonden in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie kwamen dezelfde ongevalsfactoren naar voren als bij de analyse van bermongevallen die plaatsvonden in een landelijker gebied. Tegelijkertijd heeft de Zeeuwse dieptestudie meer verdieping gegeven. Het grotere aantal bermongevallen dat geanalyseerd kon worden en het grotere aantal beschikbare interviews stelde de onderzoekers in staat om een verdere onderverdeling in typen bermongevallen te maken. Daarnaast werd meer inzicht verkregen in de mensgerelateerde ongevalsfactoren. In het volgende hoofdstuk, waarin wordt onderzocht met welke maatregelen de geïdentificeerde ongevalspatronen kunnen worden doorbroken, zal de kennis uit deze parallelstudie worden benut. De maatregelen die in dat hoofdstuk worden besproken, sluiten aan bij de ongevals- en letselfactoren die in de onderhavige dieptestudie en/of de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd.

5. Maatregelen

In dit hoofdstuk worden maatregelen besproken die aansluiten op de ongevals- en letselfactoren van bermongevallen die in *Hoofdstuk 3* zijn geïdentificeerd. Dit betreft zowel infrastructurele maatregelen als mens- en voertuiggeoriënteerde maatregelen. Allereerst wordt nagegaan in hoeverre maatregelen die worden genoemd in bestaande aanbevelingen en richtlijnen aansluiten op de geïdentificeerde ongevals- en letselfactoren en daarmee in staat worden geacht om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te kunnen voorkomen en/of de letselernst van deze ongevallen te kunnen reduceren (zie *Paragraaf 5.1*). Daarna volgen voorstellen voor aanvullende maatregelen die aansluiten bij de ongevals- en letselfactoren die in de onderhavige dieptestudie en/of de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd (zie *Paragraaf 5.2*). Dit hoofdstuk sluit af met voorstellen voor maatregelenpakketten voor de verschillende typen bermongevallen die in deze dieptestudie zijn geïdentificeerd (zie *Paragraaf 5.3*).

5.1. Relevantie van reeds aanbevolen maatregelen

In het verleden zijn reeds verschillende maatregelen aangewezen waarmee bermongevallen voorkomen zouden kunnen worden. Een belangrijke publicatie in dat verband is het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a). Dit handboek hanteert een driedeling voor de ongevalsfase waarop de maatregelen ingrijpen (uit koers raken voorkomen, ruimte voor correctie en beperken letselernst) en behandelt vervolgens diverse infrastructurele maatregelen die hierop aansluiten. In *Tabel 5.1* wordt aangegeven wat de relevantie is van deze maatregelen voor de bermongevallen die in deze dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geanalyseerd.

In de middelste kolom van *Tabel 5.1* zijn de maatregelen uit de betreffende CROW-publicatie overgenomen. In de rechterkolom is aangegeven welke van de in *Hoofdstuk 3* geïdentificeerde ongevals- en letselfactoren met de betreffende maatregel aangepakt kunnen worden. Daarbij is ook vermeld bij hoeveel procent van de in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie bestudeerde bermongevallen deze factor een rol heeft gespeeld. Dit percentage is echter niet gelijk aan de reductie in het aantal bermongevallen die met de implementatie van de betreffende maatregel kan worden behaald. De reden hiervoor is tweeledig. Enerzijds is er bij het ontstaan van ongevallen sprake van een samenspel van factoren. Met het wegnemen van één van deze factoren wordt het ongevalsproces daarom niet per definitie doorbroken; als gevolg van de resterende ongevalsfactoren zal een deel van de ongevallen nog steeds plaatsvinden. Anderzijds werken niet alle maatregelen in dezelfde mate in op het ontstaan van het ongeval. Sommige maatregelen verkleinen de kans op een ongeval én de kans op ernstig letsel, zoals maatregelen gericht op rijsnelheden, terwijl andere maatregelen vooral gericht zijn op het beperken van de ernst van de afloop, zoals het aanbrengen van afschermingsvoorzieningen. De percentages die in *Tabel 5.1* staan vermeld, moeten daarom worden gezien als de bovengrens van de reductie die met de implementatie van een maatregel kan worden behaald. De marges die worden genoemd, hebben betrekking op de zekerheid over de rol die de betreffende ongevalsfactor

heeft gespeeld. Net als in *Paragraaf 3.3* geeft het eerste percentage aan bij hoeveel procent van de bermongevallen deze factor (zeer) waarschijnlijk een rol heeft gespeeld bij het ontstaan of de ernst van de afloop. Het tweede percentage heeft betrekking op *alle* ongevallen waarbij de betreffende factor een rol lijkt te hebben gespeeld, inclusief die waarover twijfel bestond tijdens de analyse van het ongeval. Als er slechts één percentage wordt genoemd, was het bij alle betreffende ongevallen (zeer) waarschijnlijk dat de factor een rol heeft gespeeld.

Invalshoek preventieve maatregel	Aard van de maatregel	Relevantie voor specifieke ongevalsfactoren (% van geanalyseerde bermongevallen waarbij de factor een rol heeft gespeeld; OS = onderhavige studie, Zld = dieptestudie Zeeland)
1. Voorkom dat bestuurders van de rijbaan raken	1a. Snelheden handhaven of de maximumsnelheid verlagen.	- Rijsnelheid te hoog (OS: 15-19%) - Rijsnelheid boven limiet (Zld: 17-22%) - Limiet hoger dan categorie (Zld: 14%)
	1b. Geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen.	- Afleiding (OS: 19-30%; Zld: 31-42%) - Vermoeidheid (OS: 7-19%; Zld: 17-19%)
	1c. Redresseerruimte verbreden ten koste van bijvoorbeeld de rijstrookbreedte.	- Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (OS: 11-26%) - Redresseer/suggestiestrook te smal of afwezig (Zld: 10-14%) NB. Niet altijd mogelijk omdat de verhardingsbreedte dan ook vaak krap is
	1d. 'Redresseerstrook' aanbrengen d.m.v. een goede semiverharding wanneer de verharding relatief smal is.	- Verhardingsbreedte te smal (OS: 7-19%; Zld: 10-14%) - Semiverharding afwezig/te smal (OS: 19-26%; Zld: 8-12%) - Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (OS: 11-26%) - Redresseer/suggestiestrook te smal of afwezig (Zld: 10-14%)
	1e. Geprofileerd verhardingsvlak ('rumble strips') aanbrengen in de redresseerstrook.	- Afleiding (OS: 19-30%; Zld: 31-42%) - Vermoeidheid (OS: 7-19%; Zld: 17-19%)
	1f. Geleiding aanbrengen of verbeteren door bebakening, vooral van relatief krappe bogen.	- Boogstraal te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (OS: 11-15%; Zld: 15-20%)
	1g. Horizontaal alignement en/of de verkanting verbeteren.	- Boogstraal te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (OS: 11-15%; Zld: 15-20%)
	1h. Wrijvingscoëfficiënt van de verharding verbeteren.	- Kwaliteit wegdek (OS: 0-4%; Zld: 7-8%)
2. Minimaliseer de kans op botsing tegen een obstakel	2a. Berm op nagenoeg gelijke hoogte laten aansluiten op de verharding.	- Kwaliteit berm: slechte aansluiting (OS: 11%; Zld: 5%)
	2b. Draagkracht en wrijving van het bermoppervlak verbeteren door semiverharding in de vlucht- en bergingszone aan te brengen.	- Kwaliteit berm: niet draagkrachtig (OS: 7%; Zld: 5%) - Semiverharding afwezig/te smal (OS: 19-26%; Zld: 8-12%)
	2c. Berm verbreden tot minimaal de breedte van de vlucht- en bergingszone en zo mogelijk de breedte van de gewenste obstakelvrije zone.	- Obstakelvrije zone te smal (OS: 44-52%; Zld: 41-42%) NB. Verbreden van de berm is niet altijd mogelijk, zoals in het geval van sloten of taluds.
	2d. Obstakels verplaatsen tot buiten de vlucht- en bergingszone en liefst ook buiten de minimale obstakelvrije zone, of deze obstakels geheel verwijderen.	- Obstakelvrije zone te smal (OS: 44-52%; Zld: 41-42%) NB. Verbreden van de berm is niet altijd mogelijk, zoals in het geval van sloten of taluds.
	2e. Flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen.	- Talud te steil (OS: 22-26%; Zld: 34-37%) - Voertuig over de kop bij te steil talud (OS: 15%; Zld: 15%)
3. Minimaliseer de kans op ernstig letsel	3a. Ontwerp van het wegmeubilair verbeteren met botsveilige ondersteuning en breek- en/of afschuifconstructies.	- Lichtmast (OS: 4%, met 2 doden als gevolg) - Ongeval na terugkaatsen bij geleiderail (OS: 7%)
	3b. Afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarezone.	- Voertuig te water (OS: 26%) - Niet-botsvriendelijke obstakels (OS: 50% van betrokken voertuigen; Zld: 42% van betrokken voertuigen)

Tabel 5.1. *Infrastructurele maatregelen ter bestrijding van enkelvoudige ongevallen volgens CROW Handboek veilige inrichting van bermen (CROW, 2004a), met de mate waarin zij relevant zijn voor het voorkomen of terugdringen van het aantal bermongevallen.*

Op grond van de percentages die in de rechterkolom van *Tabel 5.1* vermeld staan, kan een top-5 worden opgesteld van infrastructurele maatregelen uit het *CROW Handboek veilige inrichting van berm* die de meeste winst zullen opleveren in termen van een reductie van het aantal bermongevallen en het letsel als gevolg van deze bermongevallen. Deze top-5 bestaat uit (de volgorde is gebaseerd op de nummering in *Tabel 5.1*):

- rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen;
- geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen;
- obstakels verplaatsen tot buiten de vlucht- en bergingszone en liefst ook buiten de minimale obstakelvrije zone, of deze obstakels geheel verwijderen;
- flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen;
- afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarenzone.

Elk van deze maatregelen sluit aan op een ongevalsfactor die een rol speelt bij 20 tot 40% van de bermongevallen die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn bestudeerd. Met de implementatie van de infrastructurele maatregelen uit *Tabel 5.1* is dus nog veel veiligheidswinst te behalen. In het geval van het verplaatsen van obstakels moet wel worden vermeld dat in de bovengenoemde dieptestudies bij het bepalen van ongevalsfactoren is uitgegaan van de *gewenste* obstakelvrije zone en niet van de minimale obstakelvrije zone. Om enigszins in de buurt te komen van een reductie van de genoemde 40% van het aantal bermongevallen (44% respectievelijk 41%), zullen de objecten daarom verder van de verharding moeten worden geplaatst dan de breedte van de vlucht- en bergingszone en ook verder dan de minimale obstakelvrije zone gegeven de geldende snelheidslimiet. Overigens is dat gewenst bij alle wegen en niet alleen bij die wegen waar een ongeval heeft plaatsgevonden. Dat geldt ook voor de overige maatregelen.

Enkele jaren na het verschijnen van het *CROW Handboek veilige inrichting van berm* hebben Kuiken, Bolle & Nägele (2008) in opdracht van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat een studie verricht naar enkelvoudige ongevallen (zie *Paragraaf 4.2.1*). Schepers (2008) heeft naar aanleiding van deze studie een overzicht opgesteld van mogelijke maatregelen om het aantal enkelvoudige ongevallen met gemotoriseerde voertuigen terug te dringen. In dat overzicht komen naast infrastructurele maatregelen ook voertuigmaatregelen, maatregelen gericht op verkeersdeelnemers en maatregelen op organisatieniveau aan bod. Deze maatregelen zijn overgenomen in *Tabel 5.2* en voorzien van de relevantie voor de bermongevallen die in de onderhavige en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geanalyseerd.

De ongevalsfactoren die met deze maatregelen bestreden kunnen worden, zijn grotendeels gelijk aan de ongevalsfactoren die in *Tabel 5.1* werden genoemd. Het type maatregelen is wel verschillend. Daarmee kan op verschillende fronten worden gewerkt aan een reductie van het aantal bermongevallen. Sommige maatregelen zijn nog wel vrij algemeen. Zo blijkt bijvoorbeeld niet welke specifieke maatregelen genomen kunnen worden bij de aanpak van vermoeidheid, dat wil zeggen welke maatregelen het meest aansluiten bij bermongevallen als gevolg van vermoeidheid.

Type maatregel	Omschrijving van de maatregel	Relevantie voor typen bermongevallen en/of specifieke ongevalsfactoren (% van geanalyseerde bermongevallen waarbij de factor een rol heeft gespeeld; OS = onderhavige studie, Zld = dieptestudie Zeeland)
Organisatorische maatregelen	Audits bij de aanleg van nieuwe wegen	Zie verkeersveiligheidsinspecties
	Verkeersveiligheidsinspecties van bestaande wegen	Inrichting voldoet niet aan de richtlijnen: - obstakelvrije zone te smal (OS: 44-52%; Zld: 41-42%) - boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (OS: 11-15%; Zld: 15-20%) - limiet hoger dan categorie (Zld: 14%) - rijstrook en/of redresseerstrook te smal (OS: 11-26%) - redresseer/suggestiestrook te smal of afwezig (Zld: 10-14%) - verhardingsbreedte te smal (OS: 7-19%; Zld: 10-14%) - niet-botsvriendelijke lichtmast (OS: 4%)
	Dieptestudies van ongevallen	Maatregel is genomen door de onderhavige en de Zeeuwse dieptestudie uit te voeren
Mensgerichte maatregelen	Getrapt rijbewijs	Beginnende bestuurder (OS: 11%; Zld 10-15%)
	Aanpak alcohol- en drugsgebruik	Alcohol (OS: 4%; Zld: 19-22%)
	Aanpak vermoeidheid	Vermoeidheid (OS: 7-19%; Zld 17-19%)
Voertuigerichte maatregelen	Voertuigsystemen die waarschuwen bij te hoge snelheid in bocht (wellicht heeft bestuurder bocht niet gezien)	- Afdleiding (OS: 19-30%; Zld: 31-42%) - Vermoeidheid (OS: 7-19%; Zld 17-19%) - Medische conditie (11-15%; Zld: 5-7%) - Hoge snelheid in bocht (11-15%; Zld: 15-20%)
	Elektronische stabiliteitscontrole (ESC)	Voertuig over de kop (OS: 37% van betrokken voertuigen; Zld: 33% van betrokken voertuigen)
	E-call	Niet relevant bij bestudeerde ongevallen
Infrastructurele maatregelen	Rumble strips (akoestische markeringen)	- Afdleiding (OS: 19-30%; Zld: 31-42%) - Vermoeidheid (OS: 7-19%; Zld 17-19%)
	Visuele geleiding in bochten (chevronborden of ledverlichting)	Boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (OS: 11-15%; Zld: 15-20%)
	EHK-markering	Verhardingsbreedte te smal (OS: 7-19%; Zld 10-14%)
	Veilig neergaand talud (ter voorkoming van ongevallen te water)	- Talud te steil (OS: 22-26%; Zld: 34-37%) - Voertuig over de kop bij te steil talud (OS: 15%; Zld: 15%) - Steil talud dat naar water leidt (OS: 15%)
	Drasborm (ter voorkoming van ongevallen te water)	Voertuig te water (OS: 26%)

Tabel 5.2. *Maatregelen ter voorkoming van enkelvoudige ongevallen volgens Schepers (2008) op basis van Kuiken, Bolle & Nägele (2008).*

De organisatorische maatregelen die Kuiken, Bolle & Nägele (2008) en Schepers (2008) noemen, te weten audits en verkeersveiligheidsinspecties, zijn volgens hen aangewezen instrumenten om de naleving van richtlijnen te verbeteren. In de bijbehorende cellen in de rechter kolom zijn diverse ongevalsfactoren genoemd die het gevolg zijn van het niet naleven van dergelijke richtlijnen. Voor het niet naleven van de richtlijnen zijn er vermoedelijk diverse redenen. Zo is het naleven van een voldoende brede obstakelvrije zone volgens sommigen moeilijk haalbaar omdat obstakels niet makkelijk te verwijderen zijn (uitkomst workshop DHV; Kuiken, Bolle & Nägele, 2008). Daarnaast is er soms de noodzaak om grond aan te kopen. In die gevallen is het bovendien kostbaar om obstakelvrije zones te realiseren (Schoon, 2003). Het afschermen van obstakels wordt wel haalbaar geacht. Daarmee zal de kans op bermongevallen niet worden verlaagd, maar de kans op ernstig letsel wel.

Een andere reden voor het niet naleven van de richtlijnen is volgens de Onderzoeksraad Voor Veiligheid (2005) gelegen in het feit dat er een scheiding bestaat tussen enerzijds het beheer van de weg en anderzijds de verantwoordelijkheid voor het verkeersveiligheidsbeleid. Dit concludeert de Onderzoeksraad naar aanleiding van een studie naar de veiligheid van zeven regionale N-wegen. Volgens de Onderzoeksraad heeft de scheiding tussen beheer en verkeersveiligheidsbeleid onder meer tot gevolg dat de wegbeheerders geen inzicht hebben in de mate waarin de weg afwijkt van de vigerende richtlijnen voor de veilige inrichting van wegen. De 'state of the art' met betrekking tot veilige inrichting gaat op die manier aan bestaande wegen voorbij.

Overigens stelt de Onderzoeksraad dat het niet naleven van de bestaande richtlijnen ook het gevolg is van het feit dat er geen minimumeisen zijn voor de inrichting van wegen. De SWOV sluit zich hierbij aan door te stellen dat de regelgeving steeds vaker is vervat in richtlijnen of aanbevelingen en dat deze daarmee behoorlijk vrijblijvend van karakter is (Wegman & Aarts, 2005). Dit biedt ruimte voor magere, suboptimale oplossingen en kan leiden tot inconsistentie en een gebrek aan uniformiteit. Praktijkvoorbeelden zijn de sobere inrichting van 30km/uur-gebieden en het gebrek aan uniformiteit bij de voorrangregeling voor fietsers. Een voorbeeld dat afkomstig is uit de parallelle Zeeuwse dieptestudie naar bermongevallen is een gebieds-ontsluitingsweg (80km/uur-weg) met een verhardingsbreedte die te smal is om te kunnen voldoen aan de minimaal gewenste maatvoering voor een 1x2-gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom. Deze weg is toch voorzien van de EHK-markering voor een gebiedsontsluitingsweg, waardoor zowel de rijstrook als de redresseerstrook te smal is. Dit vergroot de kans dat weggebruikers in de berm raken. Deze berm is bovendien niet vergevingsgezind omdat de obstakelvrije zone smaller is dan gewenst bij een snelheid van 80 km/uur.

De Onderzoeksraad voor veiligheid (2005) raadt de minister aan om minimum veiligheidseisen te stellen aan de vormgeving van de infrastructuur; welke eisen uit het *Handboek Wegontwerp* moeten uit het oogpunt van veiligheid als (wettelijk) verplichtend worden aangemerkt. Een opdracht die niet eenvoudig is uit te voeren, omdat de relatie tussen ontwerp en verkeersveiligheid niet altijd even eenduidig is. Voor bestaande wegen zou volgens de Onderzoeksraad een overgangstermijn gehanteerd kunnen worden. Wanneer binnen een nader vast te stellen redelijke termijn aanpassing van de weg niet haalbaar is, zou de consequentie moeten zijn dat de weg moet worden afgewaardeerd. In het bovenstaande voorbeeld zou dit betekenen dat de betreffende weg als erftoegangsweg moet worden ingericht. Dit heeft uiteraard wel consequenties voor het categoriseringsplan. Naleving van de eisen vraagt om een vorm van toezicht of kwaliteitszorg. De verkeersveiligheidsaudit en de verkeersveiligheidsinspectie zijn instrumenten die hiervoor gebruikt kunnen worden. Deze instrumenten dienen echter niet op zichzelf te staan, maar moeten worden verankerd in een kwaliteitszorgsysteem. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is beschreven door Mesken et al. (2011).

Kwaliteitszorg heeft niet alleen betrekking op bestaande wegen, maar zeker ook op de aanleg van nieuwe wegen. Volgens Schepers (2008) kan de door de Onderzoeksraad geconstateerde scheiding tussen beheer en verkeersveiligheidsbeleid ertoe leiden dat de wegbeheerder zich concentreert op het

onderhoud en sneller afwijkt van richtlijnen die vooral zijn gericht op veiligheid. Bij de aanleg van nieuwe wegen zou dit volgens Schepers kunnen leiden tot het marginaal toepassen van richtlijnen. Op dat moment spelen diverse belangen een rol en kan verkeersveiligheid het onderspit delven. De kosten van onveiligheid volgen pas tijdens de exploitatiefase, terwijl aanpassingen in die fase kostbaar zijn. Schepers illustreert dit met de plaatsing van een geluidsscherm dat niet voldeed aan de op dat moment geldende richtlijnen en dat bij diverse aanrijdingen tot een ernstige afloop heeft geleid. Volgens de Raad voor de Transportveiligheid, die de betreffende aanrijdingen heeft onderzocht, was het geluidsscherm uitsluitend gekozen op basis van esthetische en niet op basis van technische of financiële argumenten (Raad voor de Transportveiligheid, 2004). In de onderhavige dieptestudie werd een vergelijkbare situatie aangetroffen. In de middenberm van een weg stonden lichtmasten die niet-botsvriendelijk waren; ze waren niet voorzien van een breek- of afschuifconstructie die bij aanrijding in werking treedt. Navraag leerde dat tijdens de ontwerpfase wel is geadviseerd om botsvriendelijke lichtmasten toe te passen. Dit advies werd echter genegeerd door de marktpartij aan wie de aanleg was uitbesteed. De toegepaste lichtmasten zijn op verzoek van de projectarchitect ontworpen. Net als bij de geluidsschermen heeft de esthetiek zwaarder gewogen dan de verkeersveiligheid. Om vergelijkbare situaties in de toekomst te voorkomen, zou in de aanbestedingsprocedures expliciet moeten worden vastgelegd aan welke eisen de aan te leggen weg (inclusief bermen) dient te voldoen. Voorbeelden van dergelijke procedures om de verkeersveiligheid bij het aanbesteden van wegen te borgen staan beschreven in Schermers et al. (2010) (zie ook Schermers, Wesemann & Stipdonk, 2008). Zij besteden ook aandacht aan de valkuilen van dergelijke procedures. Zo is het van belang dat *alle* verkeersveiligheidseisen worden opgenomen. Ontwerpelementen waarvoor geen eisen zijn opgesteld, kunnen door de marktpartij achterwege worden gelaten. Tegelijkertijd is een ontwerp dat aan alle eisen voldoet geen garantie voor een veilig ontwerp.

5.2. Aanvullende maatregelen

De onderhavige dieptestudie naar bermongevallen en de parallelstudie die in de provincie Zeeland is uitgevoerd, hebben een aantal nieuwe zaken aan het licht gebracht over ongevals- en letsselfactoren die een rol spelen bij het ontstaan en de afloop van bermongevallen. Dit zijn:

- veelvoorkomende combinaties van factoren:
 - steil talud binnen de obstakelvrije zone;
 - verhardingsbreedte die te smal is om aan richtlijnen voor rijstrook, asmarkering en redresseerruimte te kunnen voldoen;
 - alcoholgebruik en hoge rijnsnelheid;
- voertuig over de kop;
- niet opvolgen van richtlijnen ten aanzien van de gewenste obstakelvrije zone, het gebruik van botsvriendelijke objecten, de toepassing van essentiële herkenbaarheidskenmerken (EHK), de minimale boogstraal en de bijbehorende bebakening;
- mensgerelateerde factoren: afleiding en snelheid.

Daarnaast heeft dit onderzoek inzicht gegeven in maatregelen die nadere invulling kunnen geven aan de mensgerichte aanpak zoals genoemd in *Tabel 5.2* (vermoeidheid, alcohol, getrapt rijbewijs).

In de volgende paragrafen worden maatregelen beschreven die aansluiten bij de bovengenoemde ongevals- en letselfactoren. De verwachting is dat deze maatregelen eveneens kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal bermongevallen en/of een reductie van de ernst van bermongevallen. Deze aanvullende maatregelen zijn geïdentificeerd tijdens een brainstorm-bijeenkomst met SWOV-experts van verschillende disciplines (infrastructuur, voertuig, mens). De experts kregen vooraf informatie aangereikt over de bevindingen van de dieptestudie zoals gepresenteerd in *Hoofdstuk 3*. Vervolgens werd hen gevraagd maatregelen te bedenken die aanvullend zijn op de maatregelen die in *Paragraaf 5.1* aan bod zijn gekomen. De resultaten van de brainstorm zijn vervolgens nader uitgewerkt door het SWOV-onderzoeksteam voor diepteonderzoek. Daarbij is onderscheid gemaakt naar aanvullende maatregelen om:

- te voorkomen dat automobilisten uit koers raken (*Paragraaf 5.2.1*),
- ruimte en tijd te creëren voor koerscorrectie (*Paragraaf 5.2.2*), en
- de letselernst te beperken (zie *Paragraaf 5.2.3*).

5.2.1. *Aanvullende maatregelen om te voorkomen dat automobilisten uit koers raken*

De maatregelen die in deze paragraaf worden behandeld, zijn geselecteerd op hun corrigerende werking op de mensgerelateerde ongevalsfactoren snelheid, afleiding, vermoeidheid en medische conditie. Aangezien een aanzienlijk deel van de ongevallen waarbij deze factoren een rol speelden, plaatsvond in bochten, wordt ook aandacht besteed aan de inrichting van deze locaties. Achtereenvolgens worden besproken:

- inspectie van krappe bogen en hun bebakening;
- overdwarse ribbels op de rijstrook voor de bocht;
- akoestische waarschuwing voor hoge snelheid door voertuigstelsel;
- voertuigsystemen voor het monitoren van de staat van de bestuurder;
- jongeren-ISA;
- voorlichting gericht op afleiding in het verkeer;
- voorlichting over routekeuze bij winterse omstandigheden.

Inspectie van krappe bogen en hun bebakening

De helft van de nader geanalyseerde ongevallen (48%) vond plaats in een bocht. Een aanzienlijk deel van de bochten waarin deze ongevallen plaatsvonden (46%) had een boogstraal die te krap was voor de geldende snelheidslimiet (uitgaande van een standaard verkanting van 2,5%). Dit betekent dat deze bochten aangekondigd en bebakend moeten worden volgens de *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen* (CROW, 2005b). Voor erftoegangswegen schrijft de richtlijn overigens alleen maatregelen voor 'in extreme situaties' zoals bochten na een lange rechtstand of na een ruimere boog stroomopwaarts, of bochten met een te smalle obstakelvrije zone. Van de zes bochten met een te krappe boogstraal waren er vijf (83%) niet conform de richtlijnen aangekondigd en bebakend. In de parallelle Zeeuwse studie bleek dat 88% van de 25 bochten met een te krappe boogstraal niet conform de richtlijnen was aangekondigd en/of bebakend. Een inspectie van krappe bogen en het – waar nodig – aanpassen van inrichting en/of bebakening is derhalve een nuttige maatregel om het aantal bermongevallen terug te dringen.

Een te krappe, niet aangekondigde boog hoeft overigens niet per definitie een rol te spelen bij het ontstaan van een bermongeval. Als iemand in slaap

is gevallen, is het de vraag of de kans op een ongeval groter is bij een te krappe boog dan bij een boog die niet te krap is. In dat geval zijn andersoortige maatregelen nuttiger (zie *'overdwarse ribbels voor de bocht'* en *'voertuigstelsel met akoestische waarschuwing'* hieronder). Bij 23% van de nader geanalyseerde ongevallen die in een bocht plaatsvonden (en 11% van alle nader geanalyseerde ongevallen) werd geoordeeld dat de inrichting van de bocht (zeer) waarschijnlijk heeft bijgedragen aan het ontstaan van het bermongeval. In de parallelle Zeeuwse dieptestudie werden vergelijkbare percentages gevonden: 30% van de ongevallen die in een bocht plaatsvonden en 15% van alle nader geanalyseerde ongevallen. Circa een kwart van de bermongevallen die in bochten plaatsvinden is dus mede ontstaan doordat de inrichting en bebakening van de bocht niet in overeenstemming is met de richtlijnen. Het verbeteren van het horizontaal alignement en/of het aanbrengen van geleiding of bebakening is een adequate maatregel om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen (zie ook maatregel 1f en 1g uit *Tabel 5.1* en het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen*).

Overdwarse ribbels op de rijstrook voor de bocht

Veelal worden verschillende typen borden gebruikt om weggebruikers te waarschuwen voor een krappe of afwijkende boogstraal of een hoge snelheid bij het naderen van een bocht (zie *'inspectie van krappe bogen en hun bebakening'*). Bij verminderde zichtbaarheid of verminderde alertheid van de weggebruiker als gevolg van vermoeidheid of afleiding wordt deze signalering niet altijd waargenomen. Daar waar de weggebruiker bij het missen van de bocht in de berm obstakels kan tegenkomen die tot ernstige schade of ernstig letsel kunnen leiden, is aanvullende signalering via andere zintuiglijke kanalen gewenst. Daarbij kan worden gedacht aan overdwarse ribbels over de volle breedte van de rijstrook die trilling in het voertuig veroorzaken, waardoor de vermoeide en/of afgeleide bestuurder alsnog wordt gealarmeerd. De ribbels moeten daarvoor wel ruim voor de bocht worden aangebracht, omdat de bestuurder anders geen tijd meer heeft om in te grijpen. Een dergelijke maatregel is relevant voor ongevallen die plaatsvinden in bochten en behoren tot de subtypen 'Afleiding' en 'Tijdelijk niet in staat om te reageren' en de overige ongevallen waarbij vermoeidheid een rol speelt. In de onderhavige studie betreft dit in totaal 11% van de nader geanalyseerde ongevallen. Daarnaast kan de maatregel ook leiden tot een reductie van het aantal ongevallen waarbij de bestuurder van een motorvoertuig met te hoge snelheid de bocht inrijdt (risicovol rijgedrag). Wanneer ook die ongevallen worden meegerekend, kan worden verwacht dat deze maatregel een bijdrage kan leveren aan de reductie van maximaal 26% van de bermongevallen uit de onderhavige studie. Voor de bermongevallen die in de parallelle Zeeuwse studie zijn bestudeerd, geldt dat de maatregel kan bijdragen aan een reductie van maximaal 34%.

Voertuigstelsel dat een akoestisch of haptisch signaal geeft als de bestuurder in aanloop naar een bocht te hard rijdt

Aanvullende signalering van krappe of afwijkende boogstralen kan ook worden geboden door het voertuig. Daartoe zal het voertuig van een informatiesysteem moeten zijn voorzien dat informatie over krappe bogen kan combineren met de rijnsnelheid van de bestuurder. Als de rijnsnelheid van de bestuurder op een nader te bepalen afstand voor de boog te hoog is, zal het systeem bij voorkeur een akoestisch of haptisch signaal moeten afgeven. Zo is ook hier sprake van een aanvullende signalering via andere

zintuiglijke kanalen dan het gezichtsvermogen. Het systeem zal daarmee niet alleen relevant zijn voor ongevallen die plaatsvinden in bochten en behoren tot het subtype 'Verkeerde inschatting gezien de verkeerssituatie', maar ook voor de ongevallen in bochten die behoren tot de subtypen 'Afleiding' en 'Tijdelijk niet in staat om te reageren' en de overige ongevallen waarbij vermoeidheid een rol speelt. Net als de voorgaande maatregel kan daarom worden verwacht dat deze maatregel een bijdrage kan leveren aan de reductie van een kwart tot een derde van de bermongevallen (gebaseerd op de resultaten van de onderhavige studie (26%) en de parallelle Zeeuwse studie (34%)). Ten opzichte van de infrastructurele maatregel '*overdwarse ribbels op de rijstrook voor de bocht*' heeft een voertuigsysteem echter als nadeel dat de te behalen reductie in het aantal bermongevallen afhankelijk is van de penetratiegraad van het voertuigsysteem. Daarnaast stelt signalering door een voertuigsysteem hoge eisen aan de kwaliteit van de gps; kleine afwijkingen of oud kaartmateriaal kunnen leiden tot een vals alarm, wat de geloofwaardigheid van het systeem aantast. Bij krappe of afwijkende bochten waar de weggebruiker bij het missen van de bocht in de berm obstakels kan tegenkomen die tot ernstige schade of ernstig letsel kunnen leiden, heeft toepassing van de infrastructurele maatregel daarom de voorkeur.

Voertuigsysteem dat de staat van de bestuurder monitort

Bermongevallen die ontstaan nadat de bestuurder in slaap is gevallen of onwel is geworden, kunnen mogelijk ook worden voorkomen door de inzet van voertuigsystemen die de staat van de bestuurder monitoren. Dergelijke systemen detecteren automatisch of een bestuurder vermoeid is. Vervolgens is het de bedoeling dat het systeem de bestuurder attent maakt op de vermoeidheid of medische conditie door een geluidssignaal, eventueel adviezen geeft, acties onderneemt om de bestuurder wakker te houden of het verder rijden onmogelijk maakt of het voertuig veilig naar de kant van de weg stuurt. Dit zijn veelbelovende ontwikkelingen die naar verwachting echter niet op korte termijn tot grootschalige toepassing zullen leiden. Eerst zullen nog een aantal technische kwesties (hoe kunnen vermoeidheid en medische conditie het beste worden gedetecteerd) en principiële kwesties (wanneer en hoe moet een systeem ingrijpen) moeten worden opgelost (Van Schagen, 2003; SWOV, 2010). De systemen die op dit moment al op de markt zijn, worden vooralsnog alleen geleverd bij voertuigen uit het topsegment.

Jongeren-ISA

Een rijsnelheid die te hoog is voor de omstandigheden en/of hoger is dan de geldende snelheidslimiet is een ongevalsfactor die relatief vaak voorkomt bij ongevallen waarbij jongeren betrokken zijn, zoals de ongevallen van het subtype 'Risicovol rijgedrag'. Bij dit type bermongevallen was 57% van de bestuurders jonger dan 25 jaar en drie van de vier jonge bestuurders reden te snel. In de dieptestudie naar bermongevallen die in de provincie Zeeland werd uitgevoerd, was de helft van de bestuurders aan wie de ongevalsfactor 'rijsnelheid is bewust hoger dan de geldende limiet' werd toegekend (6 van de 12 bestuurders), jonger dan 25 jaar. Het verplichtstellen van Intelligente Snelheidsassistentie (ISA) voor beginnende bestuurders kan mogelijk het aantal bermongevallen met jonge automobilisten reduceren. Het te behalen effect is afhankelijk van de gekozen variant (adviserend of dwingend) en het type snelheidslimiet (vast, variabel of dynamisch). Uitgaande van een dwingend systeem (de bestuurder kan het systeem niet uitzetten) en

dynamische snelheidslimieten (de limiet wordt verlaagd bij gevaarlijke locaties zoals wegwerkzaamheden en slechte weersomstandigheden) kan met ISA een reductie van het aantal ongevallen met letsel worden bereikt van 36% en van het aantal dodelijke ongevallen met 59% (Carsten & Tate, 2005). Bij deze schattingen is geen onderscheid gemaakt naar het type ongevallen of de leeftijd van de bestuurder. Overigens is de hoge rijnsnelheid van de bestuurder die in de berm raakte niet noodzakelijkerwijs de enige mensgerelateerde factor die heeft bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. Zo speelde bij de helft van de bermongevallen waarbij een jonge automobilist te hard reed, ook alcoholgebruik een rol. Het is dus niet uit te sluiten dat het bermongeval ook was ontstaan als de jonge automobilist zich aan de geldende snelheidslimiet had gehouden.

Voorlichting gericht op afleiding in het verkeer

In de onderhavige dieptestudie was 'niet-verkeersgerelateerde afleiding' de omschrijving van een van de geïdentificeerde subtypen. Het was echter niet het meest voorkomende subtype. In de parallele Zeeuwse dieptestudie was afleiding een veel vaker voorkomende ongevalsfactor (31-42%). Dit komt waarschijnlijk doordat er meer interviews beschikbaar waren en er zodoende ook meer informatie was over mensfactoren zoals lichamelijke en mentale toestand, afleiding, ervaring en risicogedrag (zie *Paragraaf 4.1.2*). Uit de Zeeuwse dieptestudie bleek dat afleiding van de rijtaak verschillende vormen aannemen, zoals in gedachten zijn, bellen, wisselen van een cd of reiken naar iets dat op de grond ligt. Het is niet ondenkbaar dat dergelijke gedragingen regelmatig voorkomen tijdens het rijden (zie bijvoorbeeld Stutts et al., 2003). De consequenties kunnen echter ernstig zijn. De helft van de Zeeuwse bermongevallen van het type 'Afleiding van de rijtaak' kende een ernstige afloop (MAIS van 2 of hoger). Via voorlichting kunnen verkeersdeelnemers worden gewezen op de gevolgen van afleiding, zoals een slechtere informatieopname en tragere reacties. Bestaande voorlichtingscampagnes gericht op afleiding in het verkeer zijn vooral gericht op afleiding door bellen tijdens het rijden of bediening van een in-voertuigstelsel (radio, navigatiesysteem). Bij de nader geanalyseerde bermongevallen bleken deze vormen van afleiding echter niet het meest voor te komen. Iets van de grond rapen of 'niet met de gedachten bij het verkeer zijn' kwamen veel vaker voor. Ook deze bronnen van afleiding dienen via voorlichting en educatie onder de aandacht van verkeersdeelnemers te worden gebracht. Een belangrijke doelgroep voor dergelijke activiteiten is de groep van jonge automobilisten; 43% van de bestuurders die in Zeeland in de berm raakten en vervolgens betrokken waren bij een bermongeval van het type 'Afleiding van de rijtaak' was tussen de 18 en 25 jaar oud.

Voorlichting over routekeuze bij winterse omstandigheden

Bij één van de dodelijke ongevallen in de onderhavige studie was sprake van een zeer glad wegdek. De betreffende weg was een erftoegangsweg buiten de bebouwde kom met aan beide zijden van de weg, binnen de gewenste obstakelvrije zone, een steil talud dat rechtstreeks naar een lager gelegen sloot leidde. Deze weg was nog niet gestrooid. Gezien het vertrek- en bestemmingsadres van de bestuurder was de bestuurder niet genoodzaakt om deze weg te gebruiken. Het was ook mogelijk een route te nemen over een gebiedsontsluitingsweg, waar gezien de intensiteiten hoogstwaarschijnlijk een ander strooi beleid gold. De kans op een bermongeval was dan kleiner geweest. Om bermongevallen door gladheid op erftoegangswegen te voorkomen, kunnen wegbeheerders of het Rijk bij het begin van de

vorstperiode weggebruikers informeren over het strooi beleid op hun wegen en weggebruikers in het kader van de verkeersveiligheid stimuleren om hun routes hierop aan te passen. Dergelijke informatie kan ook aan navigatiesystemen worden toegevoegd zodat de door het systeem geadviseerde route zo veel mogelijk over gestrooide wegen gaat.

5.2.2. *Aanvullende maatregelen om ruimte en tijd te creëren voor correctie*

De maatregelen die in deze paragraaf worden behandeld, zijn geselecteerd op de mogelijkheden die ze bieden om na een afwijkende koers alsnog op de weg te blijven. Achtereenvolgens worden besproken:

- aanvalsplan smalle wegen;
- statusonderkenning verbeteren.

Aanvalsplan smalle wegen

Een smalle verhardingsbreedte kan de kans vergroten dat een weggebruiker in de berm raakt. Zowel in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie als in Zeeland werd geconstateerd dat op wegen waar de verhardingsbreedte te smal was om te kunnen voldoen aan de minimaal gewenste maatvoering voor de geldende snelheidslimiet, er gedurende de looptijd van het onderzoek verschillende bermongevallen op dezelfde weg hadden plaatsgevonden. Op dergelijke wegen is er gezien de smalle verhardingsbreedte geen ruimte om maatregelen te nemen zoals deze zijn voorgesteld in het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a; zie *Tabel 5.1*). De redresseerstrook kan bijvoorbeeld niet worden verbreed. Bovendien is er geen ruimte voor het aanbrengen van de voorgeschreven EHK-markering. Voor dergelijke wegen is een aanvalsplan gewenst dat uit de volgende stappen bestaat:

- waar mogelijk de verhardingsbreedte aanpassen;
- kan dat niet, dan de snelheidslimiet verlagen en zo nodig ook de markering aanpassen conform de CROW-richtlijnen voor essentiële herkenbaarheidskenmerken;
- voorlichting geven over de reden van de lagere snelheidslimiet.

Wanneer de financiële middelen vragen om prioriteitstelling, dan zullen de smalste profielen als eerste moeten worden aangepakt en in het bijzonder die wegen of wegvakken waar meer dan twee bermongevallen per kilometer weglengte per jaar plaatsvinden (zie ook Braimaister & Fortuijn, 2005).

Met een snelheidslimiet die past bij de aanwezige verhardingsbreedte en markering wordt de weggebruiker geïnformeerd over het weggedrag dat bij de weg- en berminrichting past. Met die rijsnelheid heeft de weggebruiker voldoende ruimte om te corrigeren voor een afwijkende koers. Voor het afdwingen van de juiste rijsnelheid kan voorlichting worden ingezet gericht op de bewustwording dat snelheidslimieten ook samenhangen met de inrichting van de berm (“een boom is zo geraakt”). Daarbij kan ook een link worden gelegd met de inrichting van het regionale landschap (zoals dijken met bomen in Zeeland) en het behoud daarvan (“een boom raakt je”).

Statusonderkenning verbeteren

Dat een weggebruiker weet welke rijsnelheid hij moet aanhouden om er zeker van te zijn dat hij tijd heeft om te reageren is een uiting van statusonderkenning (Davidse et al., 2010). Een verkeersdeelnemer met een goede statusonderkenning weet wat hij kan (kent zijn gezichtsvermogen, reactievermogen, voertuigbeheersing), kent de risico's van verkeerssituaties

(zoals een onoverzichtelijke kruising, een korte invoegstrook, filerijden) en omstandigheden (slecht weer, nat wegdek) en past zijn gedrag daarop aan (lagere rijsnelheid, afstand houden, een ander laten rijden of op een ander moment reizen). Bij alle typen bermongevallen heeft een gebrekkige statusonderkenning bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval. Zo hebben de bestuurders die betrokken waren bij een bermongeval waarbij vermoeidheid of alcohol een rol speelde, geen goede inschatting gemaakt van hun rijgeschiktheid op dat moment. De bestuurders die betrokken waren bij ongevallen waarbij afleiding een rol speelde hebben geen goede inschatting gemaakt van de risico's die gepaard gaan met afleiding achter het stuur. Een gebrekkige statusonderkenning speelde ook een rol bij de bermongevallen waarbij er uitgeweken moest worden voor een mede-weggebruiker of dier, of de bestuurder gedrag vertoonde dat niet passend was gezien de verkeerssituatie (hoge snelheid, inhalen). Zij hebben hun verkeersgedrag niet aangepast aan hun rijvaardigheid en de geldende omstandigheden.

De statusonderkenning van verkeersdeelnemers kan worden verbeterd via voorlichting en educatie, maar ook door middel van in-voertuigsystemen. Concrete voorbeelden zijn:

- in de rijopleiding aandacht besteden aan gevaarherkenning en een gevaarherkenningstoets opnemen in het theorie-examen voor alle rijbewijzen (reeds gerealiseerd voor rijbewijs B);
- feedback geven op het verkeersgedrag, in de rijopleiding maar mogelijk ook daarna met behulp van technische systemen in het voertuig zoals intelligente snelheidsassistentie (ISA);
- voorlichting geven over factoren die de rijgeschiktheid beïnvloeden: alcohol, drugs en medicijnen, maar ook vermoeidheid, emoties en afleiding;
- voorlichting geven over factoren die het risico kunnen beïnvloeden en als zodanig onderkend moeten worden, zoals weersomstandigheden;
- technische systemen in het voertuig die waarschuwen voor bijvoorbeeld glad wegdek of mist, maar ook voor onverwachte verkeerssituaties zoals een file of wegwerkzaamheden en voor onoverzichtelijke verkeerssituaties.

5.2.3. *Aanvullende maatregelen voor het beperken van de letselernst*

De maatregelen die in deze paragraaf worden behandeld, zijn geselecteerd op hun potentie om het letsel van inzittenden bij bermongevallen te beperken. Achtereenvolgens worden besproken:

- sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken;
- wielklemconstructie toepassen in bochten met een krappe boogstraal;
- voertuigstelsel ontwikkelen dat voorkomt dat een voertuig over de kop gaat (grens stellen aan de maximaal mogelijke stuurbeweging);
- airbag en gordel (nog) intelligenter maken.

Sloten afschermen of overkappen met een wildrooster of fietspad

In de onderhavige studie bleek dat bij 30% van de bermongevallen een voertuig in een sloot of greppel belandde. Bij de helft van deze (acht) gevallen lag de sloot of greppel binnen de obstakelvrije zone. Bij twee van de betreffende vier ongevallen leidde dit tot een zeer ernstige afloop (MAIS 4 of 5) als gevolg van (bijna-)verdrinking. In de parallelle Zeeuwse

dieptestudie bleek een veel hoger percentage van de voertuigen in een berm of greppel te zijn beland: 59% van de voertuigen die in de berm raakten, belandde in een greppel of sloot. Veertig procent van deze sloten en greppels lag binnen de obstakelvrije zone. In geen van de geanalyseerde gevallen uit de Zeeuwse studie heeft het in een sloot belanden van een voertuig tot verdrinking geleid. Bij één van de niet nader geanalyseerde dodelijke ongevallen heeft het op de kop in het water raken van het voertuig wel tot verdrinking (en overlijden) geleid.

Als een voertuig in een greppel of sloot belandt, zijn er twee factoren die de ernst van de afloop bepalen: het waterniveau en de steilte van de walkant. Het waterniveau vergroot de kans op verdrinking als een voertuig in het water belandt. De aanrijding van een steile walkant vergroot de kans op ernstig letsel door de grote vertraging die dit met zich meebrengt. In Zeeland heeft de aanrijding van een steile walkant van een (droge) sloot tweemaal tot ernstig letsel dan wel overlijden geleid. Een steile walkant vergroot ook de kans op het op of over de kop gaan van het voertuig. In de onderhavige studie bleek dat ruim een derde van de voertuigen die in een sloot of greppel belandden daarbij op of over de kop was gegaan. In de Zeeuwse studie was dat bij een kwart van de voertuigen die in een sloot of greppel belandden het geval.

Afscherming van sloten of greppels die binnen de obstakelvrije zone liggen is een effectieve maatregel om te voorkomen dat voertuigen te water raken of een steile walkant raken. Het aanbrengen van een geleiderail of anderzootige geleideconstructie heeft echter ook nadelen, zoals het feit dat een voertuig daardoor teruggekaatst kan worden en een obstakel kan vormen voor andere verkeersdeelnemers. Daarnaast betekent het plaatsen van een geleideconstructie de introductie van een nieuw object. Aanrijding van dat object kan ook tot letsel leiden, al zal het letsel lager zijn dan bij aanrijding van een niet-botsvriendelijk obstakel zoals een steile walkant. In plaats van sloten en greppels af te schermen, zouden ze (vooral de smallere exemplaren) ook overkapt kunnen worden. Het voertuig kan daardoor de sloot oversteken en in het naastgelegen weiland tot stilstand komen. Om te voorkomen dat vee uit het weiland via de overkapping op de weg kan komen, kan worden gedacht aan overkapping met een wildrooster. Wanneer het weiland al van de sloot is afgeschermd via een afrastering, dan kan de overkapping ook een eigen functie krijgen, zoals een fietspad (zie bijvoorbeeld Hendriks, 2010).

In plaats van een overkapping kan ook een 'grindkoffer' worden toegepast. De greppel of sloot wordt volgestort met grind. Daardoor behoudt de greppel of sloot in enige mate haar functie van waterberging en/of waterafvoer maar wordt voorkomen dat een voertuig tegen de steile walkant belandt of in het water terechtkomt. Ook in dit geval kan het voertuig de sloot oversteken en in het naastgelegen weiland tot stilstand komen. Eventueel kan er ook worden gekozen voor het voor de helft vullen met grind. In dat geval kan het voertuig de sloot niet oversteken, maar wordt wel voorkomen dat een voertuig te diep in het water komt te liggen. Met een drasberm wordt een soortgelijk effect bereikt (zie *Tabel 5.2*).

Wielklemconstructie toepassen in bochten met een krappe boogstraal

Een geleideconstructie die in het bijzonder geschikt is om obstakels in een *bocht* af te schermen, is de wielklemconstructie (ook wel WICON genoemd).

De WICON houdt het wiel van een voertuig tijdens een aanrijding vast, waardoor terugkaatsing wordt voorkomen. Deze constructie is op dit moment – vanwege de kleine oplage – nog vrij duur om op lange wegvakken te plaatsen, maar kan wel worden toegepast in bochten. Daar heeft de WICON het voordeel dat hij ook visuele geleiding biedt, waardoor het verloop van de bocht beter zichtbaar wordt. Daarmee draagt de WICON niet alleen bij aan het reduceren van de letselernst, maar ook aan het voorkomen van het in de berm raken van weggebruikers.

Voertuigstelsel ontwikkelen dat voorkomt dat een voertuig over de kop gaat (grens stellen aan de maximaal mogelijke stuurbeweging)

Een aanzienlijk deel van de voertuigen die bij de in deze dieptestudie bestudeerde bermongevallen betrokken waren, ging tijdens het ongeval over de kop (37%). Tien van de 21 inzittenden liepen letsel op dat in verband werd gebracht met het over de kop gaan van het voertuig (19% van alle inzittenden). Bij de dieptestudie die in Zeeland werd uitgevoerd, werden vergelijkbare percentages gevonden. Zo ging 34% van de voertuigen tijdens het ongeval over de kop, wat bij 27 inzittenden tot letsel leidde (30% van alle inzittenden van voertuigen die bij een bermongeval in Zeeland betrokken waren). Een belangrijke factor bij het over de kop gaan van een voertuig is een abrupte stuurbeweging van de bestuurder van het voertuig (al dan niet in de berm). Via een voertuigstelsel dat de prestatie van het voertuig monitort zou de maximale stuurbeweging in een aantal vooraf gedefinieerde situaties kunnen worden beperkt. Zo wordt het de bestuurder onmogelijk gemaakt om onverhoedse stuurbewegingen te maken.

Een ander voertuigstelsel dat preventief kan werken bij het over de kop gaan van voertuigen is de elektronische stabiliteitscontrole (ESC; zie ook *Tabel 5.2*). Dit systeem vergelijkt de stuurbeweging met de werkelijke beweging van het voertuig. Wanneer deze bewegingen afwijken, zoals bij voorbeeld het geval is bij slippen, kan ESC individuele wielen afremmen. Daarmee voorkomt het dat een voertuig gaat slippen of bij hoge snelheid in een bocht gaat over- of ondersturen en daardoor onbestuurbaar wordt en eventueel in de berm raakt. Bij het in de berm raken zou het voertuig vervolgens over de kop kunnen gaan. Doordat ESC in veel gevallen voorkomt dat een voertuig in de berm raakt, wordt daarmee ook voorkomen dat het over de kop gaat en dat de inzittenden letsel oplopen. Naar schatting kan met ESC een reductie in het totaal aantal dodelijke enkelvoudige ongevallen met personenauto's worden bereikt van 30% tot 62% (Erke, 2008; Ferguson, 2007). Voor enkelvoudige ongevallen met gewonden lopen de schattingen uiteen van een reductie met 18% tot 64% (Erke, 2008). Daarbij is uitgegaan van een volledige penetratie (aanwezigheid in alle personenauto's). In Nederland was in 2007 naar schatting 7% van alle personenauto's voorzien van ESC (Grošanić & Assenmacher, 2008). In maart 2009 hebben leden van het Europees parlement gestemd voor de verplichte aanwezigheid van ESC op alle nieuwe typen voertuigen vanaf november 2011 en op alle nieuw verkochte voertuigen vanaf november 2014. Christoph (2010) schat dat ESC daardoor in 2020 in Nederland een penetratie heeft bereikt van 57% en dat in 2030 78% van de Nederlandse personenauto's voorzien is van ESC. In vergelijking met het Nederlandse voertuigpark blijken personenauto's die betrokken zijn bij bermongevallen echter relatief oud te zijn. De aanwezigheid van ESC in personenauto's die bij bermongevallen betrokken zijn, zal daardoor – ook in de toekomst – vermoedelijk iets lager liggen dan in het totale voertuigpark. In de onder-

havige studie bleek 54% van de personenauto's die in de berm raakten tien jaar oud of ouder te zijn, ten opzichte van 38% van het Nederlandse park van personenauto's. In de Zeeuwse studie bleek 65% van de personenauto's die in de berm raakten tien jaar oud of ouder te zijn.

Airbag en gordel (nog) intelligenter maken

Hoewel gordels en airbags een belangrijke bijdrage leveren aan het reduceren van letsels, dragen ze soms ook bij aan het ontstaan van letsel. Zo leidt het uitvouwen van airbags tot brandwondjes en leidt het dragen van de gordel soms tot blauwe plekken en mogelijk tot sleutelbeenfracturen. Dergelijk letsel is uiteraard minder ernstig dan het letsel dat een inzittende had kunnen oplopen wanneer de gordel en/of airbag niet aanwezig waren geweest. Verdere ontwikkeling van de gordel en airbag kan er echter mogelijk toe leiden dat ook deze geringe letsels in de toekomst worden voorkomen. Bij zowel de gordel als de airbag kan dan worden gedacht aan systemen die bij het toepassen van kracht (gordelspanner, uitvouwen van airbag) rekening houden met de leeftijd van de inzittende.

Airbags blijken daarnaast niet altijd uit te vouwen bij bermongevallen, terwijl ze wel letsel hadden kunnen besparen. Dit komt doordat voorairbags vooral ontworpen zijn voor het opvangen van de botskracht bij een frontale impact. De hier besproken dieptestudies bevatten ook aanwijzingen dat inzittenden bij zijwaartse bewegingen en bij het over de kop gaan van het voertuig (deels) uit de gordel schuiven. Er zijn inmiddels gordijnairbags op de markt die inzittenden bescherming bieden bij het over de kop gaan van het voertuig. Als deze airbags detecteren dat het voertuig omrolt, blijven ze langer uitgevouwen zodat het hoofd ook tijdens het omrollen beschermd wordt. Daarnaast helpen deze airbags te voorkomen dat de inzittende uit het voertuig geslingerd wordt. Niet alle gordijnairbags zijn echter ontworpen om ook als airbag te fungeren bij het over de kop gaan van het voertuig. Het percentage voertuigen dat voorzien is van dergelijke airbags is vooralsnog dan ook erg laag. In een derde van de voertuigen die in de berm raakten en vervolgens betrokken raakten bij een bermongeval dat in de onderhavige dieptestudie is bestudeerd, was überhaupt nog geen bestuurdersairbag aanwezig (30%). In de Zeeuwse dieptestudie werd eenzelfde percentage gevonden (34%). De afwezigheid van airbags is gerelateerd aan de leeftijd van de voertuigen. In vergelijking met het Nederlandse voertuigpark blijken de voertuigen die betrokken zijn bij bermongevallen relatief oud te zijn (zie *'voertuigstelsel ontwikkelen dat voorkomt dat een voertuig over de kop gaat'*).

5.3. **Maatregelenpakket ter voorkoming van typen bermongevallen**

In dit hoofdstuk zijn maatregelen behandeld waarmee het aantal bermongevallen in de toekomst kan worden gereduceerd en/of de afloop van dit type ongevallen kan worden verminderd. Allereerst is het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a) geraadpleegd. Voor elk van de maatregelen die daarin worden behandeld is nagegaan wat de relevantie is voor de ongevalsfactoren die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn geïdentificeerd. Daaruit blijkt dat met de implementatie van de infrastructurele maatregelen uit dat handboek nog veel veiligheidswinst te behalen is. De volgende vijf maatregelen uit het handboek leveren naar verwachting de grootste winst (ten opzichte van de overige maatregelen die in het handboek worden genoemd). De volgorde

van de maatregelen sluit aan bij de volgorde uit het handboek en is geen indicatie van verschillen in effectiviteit:

- rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen;
- geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen;
- obstakels verplaatsen tot buiten de vlucht- en bergingszone en liefst ook buiten de minimale obstakelvrije zone, of deze obstakels geheel verwijderen;
- flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen;
- afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarenzone.

Elk van deze maatregelen sluit aan op een ongevalsfactor die een rol speelt bij 20 tot 40% van de bermongevallen die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn bestudeerd. In het geval van het verplaatsen van obstakels moet wel worden vermeld dat in de bovengenoemde dieptestudies bij het bepalen van ongevalsfactoren is uitgegaan van de *gewenste* obstakelvrije zone en niet van de minimale obstakelvrije zone. Om enigszins in de buurt te komen van een reductie van de genoemde 40% van het aantal bermongevallen (44% respectievelijk 41%), zullen de objecten daarom verder van de verharding moeten worden geplaatst dan de breedte van de vlucht- en bergingszone en ook verder dan de minimale obstakelvrije zone gegeven de geldende snelheidslimiet. Overigens is dat gewenst bij alle wegen en niet alleen bij die wegen waar een ongeval heeft plaatsgevonden. Dat geldt ook voor de overige maatregelen.

In aanvulling op de infrastructurele maatregelen die worden behandeld in het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* is ook een aantal 'nieuwe' maatregelen geselecteerd die naar het oordeel van het onderzoeksteam goed aansluiten op de combinaties van ongevalsfactoren die geïdentificeerd zijn in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie. Eén van deze maatregelen heeft in hoofdzaak betrekking op de inrichting van de weg (wegfactor) en betreft een nadere uitwerking van de maatregelen 1f en 1g uit *Tabel 5.1* (horizontaal alignement en/of geleiding van krappe bogen verbeteren). Een aanzienlijk deel van de bochten waarin bermongevallen hebben plaatsgevonden (46% in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie en 86% in Zeeland), had namelijk een boogstraal die te krap was voor de geldende snelheidslimiet (uitgaande van een standaard verkanting van 2,5%). Dergelijke boogstralen dienen aangekondigd en bebakend te worden conform de CROW-richtlijn voor de bebakening en markering van wegen. Uit een inspectie van de aanrijroutes bleek dat 83% respectievelijk 88% van de krappe boogstralen niet conform de richtlijnen was aangekondigd en/of bebakend. Een inspectie van krappe bogen en het – waar nodig – aanpassen van inrichting en/of bebakening is derhalve een nuttige maatregel om het aantal bermongevallen terug te dringen.

De mensgerelateerde ongevalsfactoren die het vaakst zijn toegekend in de onderhavige dieptestudie respectievelijk de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn afleiding (19% en 31%), te hoge rijsnelheid (15% en 27%), vermoeidheid (7% en 17%), onervaren beginnende bestuurder (11% en 10%) en alcohol (4% en 19%). In alle gevallen speelt een gebrekkige statusonderkenning een belangrijke rol. Statusonderkenning gaat over 'weten wat je kunt, weten

hoe gevaarlijk een bepaalde gedraging of verkeerssituatie is en je gedrag daarop aanpassen zodat je veilig aan het verkeer kunt deelnemen'. De statusonderkenning van verkeersdeelnemers kan worden verbeterd via voorlichting en educatie, en door middel van in-voertuigsystemen die feedback geven op het verkeersgedrag of die waarschuwen voor een glad wegdek of onverwachte verkeerssituaties zoals een file of wegwerkzaamheden.

Andere voertuiggeoriënteerde en infrastructurele maatregelen waarmee de invloed van bovengenoemde mensgerelateerde ongevalsfactoren naar verwachting gereduceerd kan worden zijn:

- overdwarse ribbels op de rijstrook voor een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge snelheid);
- akoestische of haptische signalen in het voertuig die waarschuwen voor een te hoge snelheid bij het naderen van een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge rijsnelheid);
- monitoren van de conditie van de bestuurder (vermoeidheid);
- aanvalsplan smalle wegen (afleiding); en
- jongeren-ISA (hoge rijsnelheid van met name jongeren).

Een aantal van de bovengenoemde maatregelen komt voort uit de constatering dat bepaalde mensfactoren en wegfactoren dan wel wegkenmerken regelmatig samen voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn afleiding en ongevallen in bochten (Zeeuwse dieptestudie), hoge rijsnelheid en ongevallen in bochten (onderhavige en Zeeuwse dieptestudie), en afleiding en een snelheidslimiet die hoger is dan de limiet die past bij het wegtype, het dwarsprofiel, en de breedte van de obstakelvrije zone (Zeeuwse dieptestudie). De laatste combinatie wijst erop dat bermongevallen als gevolg van afleiding ook voorkomen kunnen worden door het hanteren van snelheidslimieten die passen bij de breedte van het dwarsprofiel en de bijbehorende obstakelvrije zone. In dit rapport wordt deze maatregel omschreven als het 'aanvalsplan smalle wegen'. Met een passende snelheidslimiet wordt de weggebruiker geïnformeerd over het weggedrag dat bij de weg- en berminrichting past. Met die snelheid heeft de weggebruiker wél voldoende ruimte om te corrigeren voor een afwijkende koers. Voor het afdwingen van de juiste rijsnelheid kan voorlichting worden ingezet. Die voorlichting maakt ook deel uit van het voorgestelde 'aanvalsplan smalle wegen'.

Ter beperking van letsel als gevolg van het in de berm raken en het over de kop gaan van het voertuig zijn de volgende aanvullende maatregelen voorgesteld:

- sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken;
- airbag en gordel (nog) intelligenter maken (roll-over airbag);
- abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigstelsel en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole.

Wanneer alle bovengenoemde maatregelen worden ingedeeld naar de fase van het bermongeval waarvoor ze relevant zijn, ontstaat het maatregelenpakket dat in *Tabel 5.3* is weergegeven. Een deel van deze maatregelen is overgenomen uit het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a) en betreft de implementatie van bestaande richtlijnen (in

Tabel 5.3 te herkennen aan de tekst '[Richtlijn]'. De naleving van deze richtlijnen kan worden verbeterd met behulp van audits en verkeersveiligheidsinspecties. Deze instrumenten dienen bij voorkeur verankerd te zijn in een kwaliteitszorgsysteem. De overige maatregelen zijn innovatiever van aard ('[Innovatie]'). Voordat deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd, zal eerst nader onderzoek moeten worden verricht naar de haalbaarheid en effectiviteit ervan.

Het totaalpakket aan maatregelen ter preventie van bermongevallen kan ook nader worden toegespitst op de verschillende typen bermongevallen. In *Tabel 5.4* wordt per subtype aangegeven welke maatregelen aansluiten op de meest voorkomende ongevalsfactoren. Net als in de voorgaande paragrafen worden ook hier de bevindingen uit de parallelle Zeeuwse dieptestudie meegenomen. De subtypen waarvoor een maatregelpakket wordt beschreven, zijn echter uitsluitend die subtypen die in de onderhavige dieptestudie zijn geïdentificeerd. In *Tabel 5.4* wordt aangegeven wat de belangrijkste doelgroepen zijn die met die maatregelen bereikt (verkeersdeelnemers) of aangepakt (locaties) moeten worden. Zo zijn jonge (beginnende) bestuurders een belangrijke doelgroep bij voorlichting ter preventie van bermongevallen (onder andere door middel van het verbeteren van statusonderkenning). Deze groep is namelijk oververtegenwoordigd onder de bestuurders die in een berm raken en vervolgens betrokken zijn bij een bermongeval. Zij zijn vooral betrokken bij bermongevallen:

1. die ontstaan doordat de bestuurder een verkeerssituatie niet goed inschat of bewust een risico neemt waarna hij een bocht te snel neemt of inhaalt waar dat eigenlijk niet kan;
2. die ontstaan doordat er niet adequaat wordt uitgeweken voor een medeweggebruiker of object;
3. waar afleiding een rol speelt (vooral gebaseerd op de bevindingen uit de Zeeuwse dieptestudie).

Invalshoek preventieve maatregel	Omschrijving van de maatregel
Voorkomen dat automobilisten van de rijbaan raken	Rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen. (W) [Richtlijn]
	Geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen. (W) [Richtlijn]
	Inspectie van krappe bogen en hun bebakening. (W) [Richtlijn]
	Overdwarse ribbels aanbrengen op de rijstrook voor de bocht. (W) [Innovatie]
	Voertuigsysteem dat een akoestisch of haptisch signaal geeft als de bestuurder in aanloop naar een bocht te hard rijdt. (V) [Innovatie]
	Voertuigsysteem dat de staat van de bestuurder monitort. (V) [Innovatie]
	ISA voor jonge beginnende automobilisten. (V + M) [Innovatie]
	Voorlichting gericht op afleiding in het verkeer. (M) [Aanpassing van bestaande maatregel]
	Voorlichting over routekeuze bij winterse omstandigheden. (M) [Innovatie]
Ruimte en tijd creëren voor correctie	Statusonderkenning van automobilisten verbeteren (M) [Innovatie]
	Aanvalsplan smalle wegen. (W) [Innovatie]
	Obstakels verplaatsen tot buiten de gewenste obstakelvrije zone of deze obstakels geheel verwijderen. (W) [Richtlijn]
	Flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen. (W) [Richtlijn]
Kans op ernstig letsel minimaliseren	Afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarenzone. (W) [Richtlijn]
	Sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken. (W) [Innovatie]
	Wielklemconstructie toepassen in bochten met een krappe boogstraal. (W) [Richtlijn]
	Abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigsysteem en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole. (V) [Innovatie]
	Gordels en airbags (nog) intelligenter maken. (V) [Innovatie]

Tabel 5.3. *Maatregelen ter preventie van bermongevallen (W = gericht op weginrichting, M = gericht op mens, V = gericht op voertuig).*

Subtype, aantal en aandeel in het totaal aantal geanalyseerde bermongevallen, en een indicatie van de ernst van het ongeval	Doelgroepen	Meest voorkomende factoren	Maatregel
Risicovol rijgedrag (OS: n=7; 24%) Verkeerde inschatting (Zld: n=6; 10%) (OS: 43% dodelijk; Zld: 67% MAIS2+)	Mannen 40- (OS: 86%; Zld: 83%) 18-24 jr (OS: 57%; Zld: 67%) Weekend (OS: 71%; Zld: 67%) Bocht (OS: 57%; Zld: 67%)	1. Gebrek aan ervaring / Beginnersrijbewijs (OS: 57-71%; Zld: 33-67%) 2. Nieuw/ander voertuig (Zld: 33-50%) 3. Te hoge rijsnelheid (OS: 57-71%; Zld: 33-50%) 4. Boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (OS: 43-57%; Zld: 33%) 5. Obstakelvrije zone te smal (OS: 57%; Zld: 33%)	1/2. Statusonderkenning verbeteren 3. Jongeren-ISA 4a. Inspectie krappe bogen 4b. Visuele geleiding 4c. Overdwarse ribbels voor bocht 4d. Akoestisch signaal bij bocht (voertuig) 5. Obstakels verplaatsen of afschermen
Tijdelijk niet in staat om te reageren (OS: n=7; 26%; Zld: n=5; 8%) (OS: 29% MAIS2+; Zld: 40% MAIS2+)	Gevarieerd (jong en oud) Daglicht (OS: 86%; Zld: 100%) 80km/uur-weg (OS: 71%; Zld: 60%)	1. Vermoeid (OS: 29-57%; Zld: 60%) 2. Medische conditie (29-57%; Zld: 60-80%) 3. Obstakelvrije zone te smal (OS: 43-57%; Zld: 40%) 4. Talud te steil (Zld: 40%) 5. Rijstrook te smal (OS: 0-43%)	1/2a. Statusonderkenning verbeteren 1/2b. Monitoringsystemen (voertuig) 3. Obstakels verplaatsen of afschermen 4. Talud afvlakken 5. Aanvalsplan smalle wegen
Afleiding (OS: n=2; 7%; Zld: n=14; 24%) (OS: 0% MAIS2+; Zld: 50% MAIS2+)	Jonge mannen en vrouwen (Zld: 43%) 80km/uur-wegen (Zld: 71%) Bocht (Zld: 64%)	1. Afleiding (OS: 50-100%; Zld: 86-100%) 2. Limiet > categorie (Zld: 36%) 3. Obstakelvrije zone te smal (Zld: 64%) 4. Talud te steil (Zld: 43-50%)	1a. Voorlichting gericht op afleiding 1b. Statusonderkenning verbeteren 1b. Overdwarse ribbels voor bocht 1c. Akoestisch signaal bij bocht (voertuig) 1d. Akoestische kantstreep 2. Aanvalsplan smalle wegen 3. Obstakels verplaatsen of afschermen 4. Talud afvlakken
Uitwijken (OS: n=5; 19%; Zld: n=8; 14%) (OS: 20% MAIS2+; Zld: 25% MAIS2+)	Mannen en vrouwen jonger dan 40 jaar (OS: 100%; Zld: 88%) Doordeweeks (OS: 80%; Zld: 63%)	1. Te hoge snelheid voor omstandigheden (Zld: 0-50%) 2. Mensfactoren onbekend (OS: 60%) 3. Medeweggebruiker/dier (OS: 20-80%; Zld: 63-100%) 4. Berm niet vergevingsgezind (Zld: 63%)	1a. Statusonderkenning verbeteren 1b. Jongeren-ISA 4a. Obstakels verplaatsen of afschermen 4b. Talud afvlakken

Tabel 5.4. *Maatregelenpakketten voor vier typen bermongevallen (de nummering is niet gerelateerd aan de nummering in Tabel 5.1).*
OS = onderhavige studie, Zld = dieptestudie Zeeland.

6. Conclusies en aanbevelingen

Het doel van het onderzoek dat in dit rapport is beschreven, was inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen. De drie onderzoeksvragen die in de inleiding van dit rapport zijn gesteld, waren:

1. Welke ongevalspatronen of subtypen van bermongevallen kunnen op basis van de verzamelde gegevens worden onderscheiden?
2. Welke ongevals- en letselfactoren spelen een rol bij het ontstaan van bermongevallen?
3. Met welke maatregelen kunnen de ongevalspatronen worden doorbroken?

De eerste vraag wordt beantwoord in *Paragraaf 6.1*. In die paragraaf bespreken we welke typen bermongevallen te onderscheiden zijn en wat de kenmerken van deze ongevallen zijn. Daarbij gaan we tevens in op de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van deze subtypen van bermongevallen; de tweede onderzoeksvraag wordt dus ook deels beantwoord. In *Paragraaf 6.2* gaan we nader in op de ongevalsfactoren en letselfactoren die een rol spelen bij respectievelijk het ontstaan en de afloop van bermongevallen in het algemeen, dus ongeacht de subtypen.

De kenmerken en factoren die in de *Paragrafen 6.1 en 6.2* worden besproken, geven aanknopingspunten voor beleid om de toekomstige frequentie en ernst van bermongevallen te reduceren. De factoren geven handvatten voor de te nemen maatregelen en de kenmerken geven handvatten voor de doelgroepen die daarmee bereikt (verkeersdeelnemers) of aangepakt (locaties) moeten worden. In *Paragraaf 6.3* wordt aangegeven welke maatregelen aansluiten bij de besproken ongevals- en letselfactoren. Deze maatregelen zijn niet alleen gebaseerd op de resultaten van de onderhavige dieptestudie, maar ook op de resultaten van een parallelle dieptestudie die in een landelijker gebied is uitgevoerd (zie Davidse et al., 2011).

Voor het bestuderen van bermongevallen is gebruikgemaakt van diepteonderzoek. Dergelijk onderzoek kost veel tijd en is daarmee kostbaar. Een evaluatie van de meerwaarde van het gebruik van deze methode is derhalve op zijn plaats. Deze evaluatie is te vinden in *Paragraaf 6.4*.

6.1. Hoe ontstaan bermongevallen en wat zijn de belangrijkste karakteristieken?

Voor deze dieptestudie zijn diverse gegevens verzameld over 28 bermongevallen die plaatsvonden in het onderzoeksgebied van het SWOV-team voor diepteonderzoek (zie *Hoofdstuk 2* voor een beschrijving van de dataverzameling). Een eerste analyse van de kenmerken van deze 28 bermongevallen leert dat bermongevallen vooral vaak plaatsvinden in het weekend, op een 80km/uur-weg en in een bocht (zie *Tabel 6.1*). Dit blijkt uit een vergelijking met de verdeling van het totaal aantal ernstige ongevallen in Nederland dat buiten de bebouwde kom plaatsvond en waarbij minimaal één personenauto betrokken was. De bestuurder die in de berm raakt is veelal een man (79%). Daarnaast blijken jonge mannen (18 t/m 24 jaar) als groep oververtegenwoordigd te zijn onder de bestuurders die in de berm raken.

Een andere leeftijdsgroep die relatief vaak betrokken is bij bermongevallen is de groep van 30- t/m 39-jarigen.

Van de 28 bestuurders die in de berm raakten, zijn er 18 (64%) gecontroleerd op het gebruik van alcohol. Eén van hen bleek onder invloed van alcohol (bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5 ‰).

Kenmerk	Procentuele aandeel in het aantal bermongevallen (N=28)
Geslacht	Man (79%)
Leeftijd bestuurder	18-24 jaar (21%), 30-39 jaar (29%), jonge mannen (21%)
Dag en tijdstip	Weekend (57%)
Wegtype	80km/uur-wegen (54%)
Wegsituatie	Bochten (48%)

Tabel 6.1. *Meest voorkomende ongevalskenmerken van bermongevallen.*

Voor 27 van de 28 ongevallen is het ongevalsproces nader geanalyseerd. Van één ongeval was namelijk te weinig informatie beschikbaar om vast te stellen waar het ongeval had plaatsgevonden. Aangezien van ditzelfde ongeval ook geen interview beschikbaar was, werd besloten dit ongeval niet nader te analyseren. Bij de nadere analyse is voor elk van de 27 ongevallen getracht na te gaan hoe het ongevalsproces is verlopen en welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop (letsel) van het ongeval. Daarbij is onderscheid gemaakt naar factoren die betrekking hebben op de bestuurder van het voertuig, op het voertuig zelf, op de weg, en op de algemene omstandigheden ten tijde van het ongeval. Alle relevante factoren zijn geselecteerd. Het uitgangspunt bij de analyse was namelijk dat een ongeval het gevolg is van een samenloop van omstandigheden en dat verschillende factoren een rol spelen bij het ontstaan van het ongeval en het letsel (zie *Hoofdstuk 2* voor een uitgebreide beschrijving van de methode van onderzoek).

Nadat alle 27 ongevallen op deze wijze waren beschreven, zijn de ongevallen met een vergelijkbaar ongevalsproces (vergelijkbare aanleiding van het ongeval en vergelijkbare combinatie van factoren) gegroepeerd, zodat groepen van vergelijkbare bermongevallen ontstonden. Vervolgens zijn deze subtypen van bermongevallen beschreven aan de hand van de omstandigheden waarin de ongevallen hadden plaatsgevonden, de bestuurders die erbij betrokken waren en de toegekende ongevalsfactoren. In totaal zijn er vier typen bermongevallen geïdentificeerd, waarna er een restgroep van zes ongevallen overbleef. Over deze zes ongevallen was te weinig informatie beschikbaar om ze goed te kunnen indelen. De vier typen bermongevallen kunnen als volgt worden benoemd:

- het gekozen rijgedrag is risicovol gezien de verkeerssituatie (26%);
- tijdelijk niet in staat om te reageren door slaap of medische conditie (26%);
- niet-verkeersgerelateerde afleiding (7%);
- afwijkende koers onder invloed van een externe verkeersgerelateerde factor (19%).

In *Tabel 6.2* zijn de kenmerken van de vier typen bermongevallen samengevat. De tabel bevat informatie over de bestuurders die betrokken zijn bij dat type bermongevallen, de locaties waar deze ongevallen over het algemeen plaatsvinden, de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van deze ongevallen en de ernst van de afloop. In de kolommen 'Leeftijd/sekse' en 'Locatie' worden specifieke groepen bestuurders of locaties alleen genoemd als deze afwijken van het algemene beeld dat geschetst is in *Tabel 6.1*. Een uitgebreide beschrijving van de verschillende typen bermongevallen is te vinden in *Paragraaf 3.2* van dit rapport.

Subtype	Leeftijd/sekse	Tijdstip	Locatie	Meest voorkomende factoren	Ernst ongeval
Risicovol rijgedrag (n=7; 26%)	Jonge mannen (57%)	Weekend (71%) Donker (71%)	Snelheidslimiet lager dan 80 km/uur (86%) In een bocht (57%)	- Gebrek aan ervaring (57-71%) - Rijsnelheid te hoog (57-71%) - Bocht slecht aangekondigd (43-57%) - Obstakelvrije zone te smal (57%)	Drie dodelijke ongevallen, vier met MAIS 1-2
Tijdelijk niet in staat om te reageren (n=7; 26%)	Mannen van 25-39 jaar en van 65 jaar en ouder	Weekend (71%) Daglicht (86%)	80km/uur-weg (71%) In een bocht (43%)	- Vermoeid (29-57%) - Black-out (29-57%) - Rijstrook te smal (0-43%) - Obstakelvrije zone te smal (43-57%)	Drie ongevallen zonder letsel, vier ongevallen met MAIS 1-2
Afleiding (n=2; 7%)	Mannen van 40-59 jaar	Overdag (100%)	Rechte weg	- Afleiding (50-100%)	MAIS 1
Koers beïnvloed (n=5; 19%)	Mannen en vrouwen tot 40 jaar	Doordeweeks (80%)	Rechte 80km/uur-weg (60%)	- Mensfactoren onbekend (60%) - Andere weggebruiker (20-80%) - Verblinding (0-40%) - Band (20-40%)	Variërend van niet gewond tot MAIS 4
* Het eerste (en laagste) getal tussen haken geeft aan bij hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.					

Tabel 6.2. Samenvatting van de subtypen bermongevallen. De percentages hebben betrekking op het aandeel in het betreffende subtype.

De ongevalsfactoren die in *Tabel 6.2* staan vermeld, zijn het resultaat van de gezamenlijke besprekingen van alle ongevallen door het onderzoeksteam. Tijdens deze besprekingen zijn alle relevante factoren geselecteerd die volgens het team hebben bijgedragen aan het ontstaan van een ongeval en het ontstaan van de letsels van eventuele inzittenden van de betrokken voertuigen. Voor het evalueren van de wegfactoren zijn de kenmerken van het dwarsprofiel vergeleken met de richtlijnen van het CROW. Uitdrukkingen als 'te smal' en 'te steil' zijn het resultaat van dergelijke vergelijkingen. Een afwijking van de richtlijn is overigens niet per definitie 'fout' gerekend; het is nooit per definitie een ongevalsfactor. Dat was afhankelijk van het totale verloop van het ongeval. Zo is ook het feit dat iemand een beginnersrijbewijs heeft niet voldoende om het beginnersrijbewijs als factor aan te wijzen. Het specifieke rijgedrag en/of de voertuigbeheersing moet daar dan ook aanleiding toe geven. Het bewijsmateriaal daarvoor was niet altijd voorhanden. Als er reden was om aan te nemen dat een bepaalde factor een rol had gespeeld bij het ongeval, maar het bewijs daarvoor was niet volledig sluitend, dan werd genoteerd dat er twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor. In *Tabel 6.2* komt dit tot uiting in de marges die achter de ongevalsfactoren vermeld staan. Het eerste (en laagste) getal geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de

ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.

Bij het doornemen van *Tabel 6.2* en de achterliggende ongevalsbeschrijvingen in *Paragraaf 3.2* is een aantal patronen te ontdekken.

Risicovol rijgedrag: in het weekend met vrienden in de auto

Jonge mannelijke automobilisten zijn vooral betrokken bij bermongevallen die ontstaan na risicovol rijgedrag (subtype 1). In vergelijking met de andere typen bermongevallen vinden deze bermongevallen relatief vaak in het weekend (71%) en in het donker plaats (71%) en heeft de bestuurder vaker één of meer passagiers in zijn auto (71%). In tegenstelling tot het beeld dat weleens wordt geschetst, speelde alcohol geen rol bij het ontstaan van deze ongevallen.

In slaap vallen na een drukke werkweek

De bermongevallen die zijn ontstaan nadat een bestuurder – vanwege in slaap vallen of een plotselinge medische conditie – tijdelijk niet in staat was om te reageren (subtype 2), vinden ook veelal in het weekend plaats (71%), maar bij daglicht (86%) en slechts in 29% van de gevallen waren er één of meer passagiers in het voertuig aanwezig. De oorzaak van het in slaap vallen lijkt eerder samen te hangen met werk (nachtdienst, einde van een drukke werkweek) dan met uitgaan.

Uitwijken voor iets of iemand anders

De ongevallen die ontstaan nadat de koers van de automobilist is beïnvloed door een externe factor (subtype 4) vinden juist vaak doordeweeks plaats (80%). Van de automobilisten die betrokken waren bij deze ongevallen was het bekend dat zij uitweken voor een andere weggebruiker of een dier. Er is echter weinig informatie over hun gedrag en gemoedstoestand voorafgaand aan deze uitwijkmanoeuvre. Dit is het gevolg van de gebrekkige medewerking die de betrokken bestuurders aan dit onderzoek verleenden. Daardoor is bijvoorbeeld ook niet bekend of de rijervaring van de automobilist een rol heeft gespeeld bij het in de berm raken.

Bermongevallen in bochten: risico nemen of in slaap vallen

Van de bermongevallen die ontstaan nadat een bestuurder als gevolg van risicovol rijgedrag in de berm raakt (subtype 1), vindt iets meer dan de helft plaats in een bocht (57%). Bij het merendeel van dit type bermongevallen (71%) heeft een te hoge rijsnelheid een rol gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. De geldende snelheidslimiet ligt in vergelijking met de andere typen bermongevallen echter juist relatief laag (86% lager dan 80 km/uur). De te hoge rijsnelheid in bochten (vier ongevallen) hangt bij dit subtype waarschijnlijk deels samen met de slechte aankondiging en geleiding van de betreffende bochten. Een waarschuwing voor en/of bebakening van deze bochten was nodig omdat de boogstraal – ook bij de lage (lokale) snelheidslimiet van 50 km/uur – te krap was.

Bij het ongevalstype ‘tijdelijk niet in staat om te reageren’ vond eveneens de helft van de ongevallen plaats in een bocht (43%). Hier speelde een slechte aankondiging en/of bebakening van de bocht echter geen rol. De automobilisten die als gevolg van het ‘verlies van het bewustzijn’ in de berm raakten hebben de bocht waarschijnlijk in het geheel niet opgemerkt en zijn in de bocht rechtdoor gereden. De automobilisten die ‘risico namen’

daarentegen, konden de bocht niet houden doordat ze hem verkeerd hadden ingeschat en daardoor met een te hoge snelheid de bocht naderden en/of doordat de boogstraal te krap was gegeven de daar geldende snelheidslimiet.

Ernstige afloop

Ten aanzien van de ernst van de afloop van de ongevallen valt op dat de ongevalstypen 'risicovol rijgedrag' (drie ongevallen met dodelijke afloop) en 'koers beïnvloed' (eenmaal MAIS 4) de ernstigste afloop kennen. Bij het laatstgenoemde type ('koers beïnvloed') wordt deze ernst vooral beïnvloed door één ongeval waarbij een voertuig op de kop in het water was beland. Bij het eerstgenoemde type ('risicovol rijgedrag') heeft eenzelfde situatie eveneens tot een zeer ernstige afloop geleid. Bij de overige ongevallen met zeer ernstige afloop van het type 'risicovol rijgedrag' werd de ernst van de afloop vooral bepaald door een niet-botsvriendelijk object dat binnen de obstakelvrije afstand stond die gewenst is bij de daar geldende snelheidslimiet.

Voertuig gaat wel of niet over de kop

Ten aanzien van de eindpositie van de voertuigen is het tot slot opvallend te noemen dat bij het type 'risicovol rijgedrag' de helft van de voertuigen over de kop is gegaan of op de kop is geëindigd, terwijl dat bij het type 'tijdelijk niet in staat om te reageren' geen enkele keer het geval was. Op basis van de overige verschillen tussen de karakteristieken van deze subtypen zijn er verschillende verklaringen mogelijk, zoals de hoge rijnsnelheid en de onervarenheid enerzijds en het niet ingrijpen anderzijds. De werkelijke reden (of combinatie van redenen) van het verschil is echter niet eenvoudig vast te stellen.

6.2. Welke factoren spelen een rol bij het ontstaan en de afloop van bermongevallen?

6.2.1. Factoren die een rol spelen bij het ontstaan van bermongevallen

In *Tabel 6.3* is voor elke categorie van ongevalsfactoren (algemeen, mens, voertuig en weg) aangegeven welke factoren het vaakst een rol speelden in de totale set van 27 geanalyseerde bermongevallen, dus ongeacht het subtype.

Sommige combinaties van factoren komen relatief vaak voor. De meest prominente combinatie is een te smalle obstakelvrije zone en een te steil talud. Van de twaalf bermongevallen waarbij een te smalle obstakelvrije zone (zeer) waarschijnlijk een rol speelde bij het ontstaan en de afloop, werd bij 50% ook een te steil talud (steiler dan 1:3) als ongevalsfactor aangemerkt. Dit talud leidde in 67% van de gevallen rechtstreeks naar een lager gelegen sloot (vier ongevallen). Bij twee van de betreffende vier ongevallen leidde dit tot een zeer ernstige afloop (MAIS 4 of 5) als gevolg van (bijna-)verdrinking.

Factortypen	Meest voorkomende ongevalsfactoren (% in totaal aantal van 27 geanalyseerde ongevallen) ^a
Algemene factoren	Nat wegdek (4-15%)
	Donker (4-11%)
Mensfactoren	Afleiding (19-30%)
	Te hoge snelheid (15-19%)
	Beginnende bestuurder (11%)
	Vermoeidheid (7-19%)
Voertuigfactoren	Banden (3-11%)
Wegfactoren	Obstakelvrije zone te smal (44-52%)
	Talud te steil (22-26%)
	Semiverharding niet aanwezig (19-26%)
	Rijstrook en/of redresseerstrook te smal (11-26%)
	Boogstraat te krap en bocht niet goed aangekondigd en/of bebakend (11-15%)
^a Het eerste (en laagste) getal tussen haken geeft aan voor hoeveel procent van de ongevallen de ongevalsfactor (vrijwel) zeker een rol heeft gespeeld. Bij het tweede percentage zijn ook de ongevallen meegeteld waarbij enige twijfel was over de geldigheid van de betreffende factor.	

Tabel 6.3. *Samenvatting van de meest voorkomende ongevalsfactoren.*

6.2.2. Factoren die een rol spelen bij de afloop van bermongevallen

Bij de 27 nader geanalyseerde bermongevallen waren 30 voertuigen betrokken met in totaal 52 inzittenden. Van deze inzittenden is 8% overleden en had 15% een MAIS van ten minste 2 (ernstig verkeersgewond). De resterende groep inzittenden met letsel (29%) had (vermoedelijk) een MAIS van 1. De groep inzittenden zonder letsel was ongeveer even groot (31%). Van 17% van de inzittenden was niet bekend welk letsel zij als gevolg van het bermongeval hebben opgelopen.

De meest voorkomende letselfactoren zijn samengevat in *Tabel 6.4.*

Letselfactor	Percentage van de 52 inzittenden waarbij deze factor een rol speelde*
Contact met het voertuiginterieur	37%
Voertuig over/op de kop	19%
Snelheid voor impact	10%
Letsel door beveiligingsmiddelen	gordel: 10% airbag: 8%
* Per inzittende kan meer dan één factor zijn toegekend.	

Tabel 6.4. *Meest voorkomende letselfactoren.*

Het ernstigste letsel (5 inzittenden met een MAIS van 4 of hoger, waaronder 4 verkeersdoden) werd echter veroorzaakt door contact met niet-botsvriendelijke obstakels (bomen en een lichtmast zonder breek- of afschuifconstructie) en het op de kop in het water raken van het voertuig. De

bovengenoemde obstakels waren niet afgeschermd en bevonden zich binnen de 'gewenste' obstakelvrije zone gegeven de snelheidslimiet van de betreffende wegen (CROW, 2004a). Het eveneens niet afgeschermd water bevond zich zelfs binnen de minimale obstakelvrije zone.

De obstakelvrije zone is bedoeld om de weggebruiker de gelegenheid te geven om bij de geldende snelheidslimiet veilig tot stilstand te komen. Binnen deze zone mogen geen obstakels staan die bij aanrijding ernstige schade aan een voertuig en/of letsel aan de inzittenden kunnen veroorzaken (CROW, 2004a). In totaal stond er bij 15 bermongevallen minimaal één niet-botsvriendelijk object binnen de gewenste obstakelvrije zone (zie *Tabel 6.5*).

Obstakel	Aantal en aandeel voertuigen (n=30)
Boom	7 (23%)
Sloot	5 (17%)
Talud (zonder sloot)	2 (7%)
Lichtmast	1 (3%)
Totaal	15 (50%)

Tabel 6.5. Obstakels binnen de gewenste obstakelvrije zone waartegen een voertuig tot stilstand is gekomen of die een rol hebben gespeeld in het ontstaan van letsel. Het aandeel is uitgedrukt als het percentage van de voertuigen betrokken bij de geanalyseerde bermongevallen.

De aanwezigheid van een niet-botsvriendelijk object binnen de obstakelvrije zone heeft bij 19 van de in totaal 52 inzittenden (37%) bijgedragen aan het letsel. De aanrijding met het object leidde bijvoorbeeld tot contact met het interieur van het voertuig (bijvoorbeeld portier of voorruit), wat vervolgens tot letsel leidde (zie *Tabel 6.4*).

Eenzelfde relatie bestaat er tussen het over de kop gaan van het voertuig en contact met het voertuiginterieur. In totaal zijn 11 voertuigen (37%) tijdens het ongeval over de kop gegaan. Van het totaal aantal inzittenden zaten er 21 (40%) in een voertuig dat over de kop ging of op de kop landde. Van twaalf van deze inzittenden was bekend dat ze als gevolg van het ongeval letsel hebben opgelopen. Voor tien van hen (19% van het totaal) werd dit letsel (onder meer) in verband gebracht met het over de kop slaan of op de kop terechtkomen van het voertuig waarin zij zaten.

Het gebruik van beveiligingsmiddelen kan letsel voorkomen of de ernst reduceren. Van 29 inzittenden (56%) is bekend dat zij de gordel droegen. Bij 26 inzittenden (50%) heeft het dragen van de gordel (zeer) waarschijnlijk het letsel gereduceerd en bij tien van hen droeg de airbag daar ook aan bij. Vijf inzittenden (10%) droegen de gordel niet of konden deze niet dragen omdat deze niet aanwezig was. Van 19 inzittenden was het gordelgebruik onbekend.

Het in werking treden van airbags is eenvoudiger vast te stellen. Van de 52 inzittenden zaten er 43 inzittenden op een van de voorstoelen van de auto. Dertig van deze voorstoelen (70%) waren voorzien van een of meer airbags.

Minder dan de helft van deze airbags (43%) is tijdens het ongeval uitgevouwen. Het percentage airbags dat is uitgevouwen verschilt echter sterk per type bermongeval: van 13% bij de geformeerde 'restgroep' tot 88% bij de bermongevallen die ontstonden op het moment dat een automobilist niet in staat was om te reageren door vermoeidheid of een black-out. Op basis van andere verschillen tussen deze subtypen zijn er twee verklaringen mogelijk voor de variatie in het percentage airbags dat is uitgevouwen:

1. Bij het laatstgenoemde subtype is het merendeel van de voertuigen tegen een boom tot stilstand gekomen, terwijl de voertuigen bij de andere genoemde bermongevallen vaker over de kop gaan en in een sloot of onderaan een talud tot stilstand komen. Voorairbags zijn vooral ontworpen voor het opvangen van de botskracht bij een frontale impact en zullen daarom eerder worden geactiveerd bij een aanrijding tegen een boom dan bij het over de kop gaan van een voertuig.
2. Bij het laatstgenoemde subtype heeft de bestuurder minder of geen tijd gehad om in te grijpen, waardoor de aanrijding gemiddeld genomen met een hogere snelheid plaatsvindt.

6.3. Welke maatregelen kunnen de ongevalspatronen van bermongevallen doorbreken?

Uit de voorgaande paragrafen is gebleken dat een te smalle obstakelvrije zone een rol speelt bij het ontstaan en/of de afloop van circa 40% van de bermongevallen. Een niet-botsvriendelijk obstakel dat binnen de 'obstakelvrije' zone stond (en daarmee een 'gevaarzone' creëerde), ontnam de bestuurder de gelegenheid om veilig tot stilstand te komen. Een belangrijke maatregel ter voorkoming van bermongevallen en ter reductie van de ernst van het letsel is daarom het verplaatsen of afschermen van obstakels die zich binnen de gewenste obstakelvrije zone bevinden. Dit betekent dat het opvolgen van de bestaande richtlijnen ten aanzien van de obstakelvrije zone, zoals geformuleerd in het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a), hoge prioriteit verdient. Ook met de implementatie van andere infrastructurele maatregelen uit dat handboek is nog veel veiligheidswinst te behalen. Op basis van de ongevalsfactoren die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie (zie *Paragraaf 4.1*) zijn geïdentificeerd leveren de volgende vijf maatregelen uit het handboek naar verwachting de grootste winst (ten opzichte van de overige maatregelen die in het handboek worden genoemd). De volgorde van de maatregelen sluit aan bij de volgorde uit het handboek en is geen indicatie van verschillen in effectiviteit:

- rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen;
- geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen;
- obstakels verplaatsen tot buiten de vlucht- en bergingszone en liefst ook buiten de minimale obstakelvrije zone, of deze obstakels geheel verwijderen;
- flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen;
- afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevaarzone.

Elk van deze maatregelen sluit aan op een ongevalsfactor die een rol speelt bij 20 tot 40% van de bermongevallen die in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn bestudeerd. In het geval van het verplaatsen van obstakels moet wel worden vermeld dat in de

bovengenoemde dieptestudies bij het bepalen van ongevalsfactoren is uitgegaan van de *gewenste* obstakelvrije zone en niet van de minimale obstakelvrije zone. Om enigszins in de buurt te komen van een reductie van de genoemde 40% van het aantal bermongevallen, zullen de objecten daarom verder van de verharding moeten worden geplaatst dan de breedte van de vlucht- en bergingszone en ook verder dan de minimale obstakelvrije zone gegeven de geldende snelheidslimiet. Overigens is dat gewenst bij alle wegen en niet alleen bij die wegen waar een ongeval heeft plaatsgevonden. Dat geldt ook voor de overige maatregelen.

In aanvulling op de infrastructurele maatregelen die worden behandeld in het *CROW Handboek veilige inrichting van bermen* is ook een aantal 'nieuwe' maatregelen geselecteerd die naar het oordeel van het onderzoeksteam goed aansluiten op de combinaties van ongevalsfactoren die geïdentificeerd zijn in de onderhavige dieptestudie en de parallelle Zeeuwse dieptestudie. Deze aanvullende maatregelen zijn geïdentificeerd tijdens een brainstorm-bijeenkomst met SWOV-experts van verschillende disciplines (infrastructuur, voertuig, menselijk gedrag). Eén van de aanvullende maatregelen heeft in hoofdzaak betrekking op de inrichting van de weg (wegfactor) en betreft een nadere uitwerking van twee maatregelen uit het bovengenoemde CROW-handboek (horizontaal alignment en/of geleiding van krappe bogen verbeteren). Een aanzienlijk deel van de bochten waarin bermongevallen hebben plaatsgevonden (46% in het onderzoeksgebied van de onderhavige studie en 86% in Zeeland), had namelijk een boogstraal die te krap was voor de geldende snelheidslimiet (uitgaande van een standaard verkanting van 2,5%). Dergelijke boogstralen dienen aangekondigd en bebakend te worden conform de CROW-richtlijn voor de bebakening en markering van wegen. Uit een inspectie van de aanrijroutes bleek dat 83% respectievelijk 88% van de krappe boogstralen niet conform de richtlijnen was aangekondigd en/of bebakend. Een inspectie van krappe bogen en het – waar nodig – aanpassen van inrichting en/of bebakening is derhalve een nuttige maatregel om het aantal bermongevallen terug te dringen.

De mensgerelateerde ongevalsfactoren die het vaakst zijn toegekend in de onderhavige dieptestudie respectievelijk de parallelle Zeeuwse dieptestudie zijn afleiding (19% en 31%), te hoge rijnsnelheid (15% en 27%), vermoeidheid (7% en 17%), onervaren beginnende bestuurder (11% en 10%) en alcohol (4% en 19%). In alle gevallen speelt een gebrekkige statusonderkenning een belangrijke rol. Statusonderkenning gaat over 'weten wat je kunt, weten hoe gevaarlijk een bepaalde gedraging of verkeerssituatie is en je gedrag daarop aanpassen zodat je veilig aan het verkeer kunt deelnemen'. De statusonderkenning van verkeersdeelnemers kan worden verbeterd via voorlichting en educatie, en door middel van in-voertuigsystemen die feedback geven op het verkeersgedrag of die waarschuwen voor een glad wegdek of onverwachte verkeerssituaties zoals een file of wegwerkzaamheden.

Andere voertuiggeoriënteerde en infrastructurele maatregelen waarmee de invloed van bovengenoemde mensgerelateerde ongevalsfactoren naar verwachting gereduceerd kan worden zijn:

- overdwarse ribbels op de rijstrook voor een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge snelheid);

- akoestische of haptische signalen in het voertuig die waarschuwen voor een te hoge snelheid bij het naderen van een bocht (afleiding, vermoeidheid en/of hoge rijsnelheid);
- monitoren van de conditie van de bestuurder (vermoeidheid);
- aanvalsplan smalle wegen (afleiding); en
- jongeren-ISA (hoge rijsnelheid van met name jongeren).

Voor een nadere uitwerking van deze maatregelen wordt de lezer verwezen naar *Hoofdstuk 5*.

Een aantal van de bovengenoemde maatregelen komt voort uit de constatering dat bepaalde mensfactoren en wegfactoren dan wel wegkenmerken regelmatig samen voorkomen. Voorbeelden daarvan zijn afleiding en ongevallen in bochten (Zeeuwse dieptestudie), hoge rijsnelheid en ongevallen in bochten (onderhavige en Zeeuwse dieptestudie), en afleiding en een snelheidslimiet die hoger is dan de limiet die past bij het wegtype, het dwarsprofiel, en de breedte van de obstakelvrije zone (Zeeuwse dieptestudie). De laatste combinatie wijst erop dat bermongevallen als gevolg van afleiding ook voorkomen kunnen worden door het hanteren van snelheidslimieten die passen bij de breedte van het dwarsprofiel en de bijbehorende obstakelvrije zone. In dit rapport wordt deze maatregel omschreven als het 'aanvalsplan smalle wegen'. Met een passende snelheidslimiet wordt de weggebruiker geïnformeerd over het weggedrag dat bij de weg- en bermrichting past. Met die snelheid heeft de weggebruiker wél voldoende ruimte om te corrigeren voor een afwijkende koers. Voor het afdwingen van de juiste rijsnelheid kan voorlichting worden ingezet. Die voorlichting maakt ook deel uit van het voorgestelde 'aanvalsplan smalle wegen'.

Ter beperking van letsel als gevolg van het in de berm raken en het over de kop gaan van het voertuig zijn de volgende aanvullende maatregelen voorgesteld:

- sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken;
- airbag en gordel (nog) intelligenter maken;
- abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigstelsel en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole.

Wanneer alle bovengenoemde maatregelen worden ingedeeld naar de fase van het bermongeval waarvoor ze relevant zijn, ontstaat het maatregelenpakket dat in *Tabel 6.6* is weergegeven. Een deel van deze maatregelen is overgenomen uit het CROW *Handboek veilige inrichting van bermen* (CROW, 2004a) en betreft de implementatie van bestaande richtlijnen (in *Tabel 6.6* te herkennen aan de tekst '[Richtlijn]'). De naleving van deze richtlijnen kan worden verbeterd met behulp van audits en verkeersveiligheidsinspecties. Deze instrumenten dienen bij voorkeur verankerd te zijn in een kwaliteitssystem. De overige maatregelen zijn innovatiever van aard ('[Innovatie]'). Voordat deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd, zal eerst nader onderzoek moeten worden verricht naar de haalbaarheid en effectiviteit ervan.

Het totaalpakket aan maatregelen ter preventie van bermongevallen kan ook nader worden toegespitst op de verschillende typen bermongevallen. In *Hoofdstuk 5* is per subtype aangegeven welke maatregelen aansluiten op de meest voorkomende ongevalsfactoren. Daarbij is ook aangegeven wat de

belangrijkste doelgroepen zijn die met die maatregelen bereikt (verkeersdeelnemers) of aangepakt (locaties) moeten worden. Zo zijn jonge (beginnende) bestuurders een belangrijke doelgroep bij voorlichting ter preventie van bermongevallen (onder andere door middel van het verbeteren van statusonderkenning). Deze groep is namelijk oververtegenwoordigd onder de bestuurders die in een berm raken en vervolgens betrokken zijn bij een bermongeval.

Invalshoek preventieve maatregel	Omschrijving van de maatregel
Voorkomen dat automobilisten van de rijbaan raken	Rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen. (W) [Richtlijn]
	Geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen. (W) [Richtlijn]
	Inspectie van krappe bogen en hun bebakening. (W) [Richtlijn]
	Overdwarse ribbels aanbrengen op de rijstrook voor de bocht. (W) [Innovatie]
	Voertuigsysteem dat een akoestisch of haptisch signaal geeft als de bestuurder in aanloop naar een bocht te hard rijdt. (V) [Innovatie]
	Voertuigsysteem dat de staat van de bestuurder monitort. (V) [Innovatie]
	ISA voor jonge beginnende automobilisten. (V + M) [Innovatie]
	Voorlichting gericht op afleiding in het verkeer. (M) [Aanpassing van bestaande maatregel]
	Voorlichting over routekeuze bij winterse omstandigheden. (M) [Innovatie]
Ruimte en tijd creëren voor correctie	Statusonderkenning van automobilisten verbeteren (M) [Innovatie]
	Aanvalsplan smalle wegen. (W) [Innovatie]
	Obstakels verplaatsen tot buiten de gewenste obstakelvrije zone of deze obstakels geheel verwijderen. (W) [Richtlijn]
	Flauwere taludhellingen aanbrengen met boven- en onderafrondingen. (W) [Richtlijn]
Kans op ernstig letsel minimaliseren	Afschermingsvoorzieningen aanbrengen waarbij het aanrijden van deze voorziening minder risico's mag opleveren dan het inrijden van de gevarenzone. (W) [Richtlijn]
	Sloten overkappen met een wildrooster of anderszins vlak maken. (W) [Innovatie]
	Wielklemconstructie toepassen in bochten met een krappe boogstraal. (W) [Richtlijn]
	Abrupte stuurbewegingen voorkomen door nog te ontwikkelen voertuigsysteem en promotie van de reeds bestaande elektronische stabiliteitscontrole. (V) [Innovatie]
	Gordels en airbags (nog) intelligenter maken. (V) [Innovatie]

Tabel 6.6. *Maatregelen ter preventie van bermongevallen*
(W = gericht op weginrichting, M = gericht op mens, V = gericht op voertuig).

6.4. Wat heeft het diepteonderzoek opgeleverd?

Voor het bestuderen van bermongevallen is gebruikgemaakt van diepteonderzoek. Dergelijk onderzoek kost veel tijd en is daarmee kostbaar. Een evaluatie van de meerwaarde van het gebruik van deze methode is derhalve op zijn plaats. Daartoe wordt in *Paragraaf 6.4.1* besproken in hoeverre de uitkomsten van diepteonderzoek verschillen van de resultaten van andere ongevallenstudies en voor welke onderzoeksvragen diepteonderzoek nuttig is. In *Paragraaf 6.4.2* wordt besproken hoe de uitvoering van diepteonderzoek verder verbeterd kan worden. Een uitgebreidere evaluatie van de meerwaarde van Nederlands diepteonderzoek naar verkeersongevallen volgt nadat de pilot diepteonderzoek is afgerond (zie *Voorwoord*).

6.4.1. SWOV-dieptestudie versus regulier ongevallenonderzoek

In *Hoofdstuk 4* zijn de resultaten van de onderhavige dieptestudie vergeleken met die van eerdere Nederlandse ongevallenstudies naar bermongevallen of enkelvoudige ongevallen. Uit dat hoofdstuk blijkt dat de resultaten van dieptestudies en andersoortige ongevallenstudies vergelijkbaar zijn voor zover het de algemene kenmerken van (berm)ongevallen betreft. Het gaat dan om de leeftijd van personen die bij dergelijke ongevallen betrokken zijn, de (globale) omstandigheden waarin deze ongevallen plaatsvinden (tijdstip, week- of weekenddag, lichtgesteldheid) en het type weg waarop ze plaatsvinden. Dergelijke kenmerken zijn ook af te leiden uit een analyse van het bestand van geregistreerde ongevallen in Nederland, het zogeheten BRON-bestand, dat gebaseerd is op de politieregistratie van verkeersongevallen. Voor zover het de ernstiger ongevallen betreft en ongevallen waarbij motorvoertuigen betrokken zijn, is de informatie uit BRON voldoende om inzicht te krijgen in de algemene karakteristieken van een bepaald type ongevallen. Voor andere ongevallen is de politieregistratie minder volledig en daardoor minder geschikt voor gebruik in ongevallenonderzoek.

De meerwaarde van diepteonderzoek komt vooral tot uiting bij het beantwoorden van onderzoeksvragen gericht op het verkrijgen van inzicht in het ongevalsproces en details van de omstandigheden ten tijde van het ongeval, zoals de gemoedstoestand van de weggebruiker, zijn/haar ervaring met het voertuig en/of de situatie ter plaatse, de kenmerken van het dwarsprofiel en de berm op de ongevalslocatie en eventuele afwijkingen ten opzichte van de route die de weggebruiker daarvoor heeft afgelegd. In een aantal ongevallenstudies naar bermongevallen werden sommige van deze omstandigheden ook uitgebreid onderzocht, maar dan uitsluitend in isolatie van de andere omstandigheden. Zo werd in de studies van Groen Licht Verkeersadviezen (1999; 2000;2001) en Baldock, Kloeden & McLean (2008) uitgebreid gekeken naar de weginrichting op de ongevalslocaties, maar deze werd niet in verband gebracht met het gedrag van de weggebruiker (dat was overigens ook niet de opdracht die men gekregen had). Andersom had De Visser (2002) veel aandacht voor het gedrag en de ervaring van weggebruikers, maar zij heeft deze zaken niet in verband gebracht met de weginrichting ter plaatse. In een dieptestudie die wordt uitgevoerd door een multidisciplinair onderzoeksteam, zoals het geval is bij SWOV-dieptestudies, worden gegevens verzameld over *alle* aspecten van het ongeval en de mogelijke ongevalsfactoren worden ook systematisch en in samenhang bestudeerd. Bij een SWOV-dieptestudie leidt de analyse vervolgens tot het

identificeren van subtypen van het bestudeerde type ongevallen. Voor elk van deze subtypen wordt een schets gegeven van het verloop van het ongevalsproces en de ongevals- en letsselfactoren die daarbij een rol hebben gespeeld. Deze schetsen (of scenario's) geven aanknopingspunten voor een gerichte aanpak: welke verkeersdeelnemers zijn betrokken bij dit type (berm)ongeval en welke maatregelen kunnen voor en/of door hen worden genomen om het aantal van dit type (berm)ongevallen te reduceren. Door de integrale benadering kunnen zowel maatregelen worden geselecteerd die gericht zijn op de infrastructuur, als maatregelen die gericht zijn op het voertuig of het gedrag van de verkeersdeelnemer.

Het uitvoeren van een dieptestudie is niet altijd de meest geëigende methode voor een analyse van verkeersongevallen. Sommige onderzoeksvragen kunnen even goed worden beantwoord na een analyse van het BRON-bestand of een analyse van processen-verbaal die door de politie zijn opgesteld. Diepteonderzoek heeft vooral meerwaarde in de onderstaande situaties:

- als er ondanks eerdere studies nog steeds een kennisgebrek is, onder meer blijkend uit het uitblijven van een daling van het risico en/of het aantal ongevallen; en/of
- als bestaande gegevensbestanden en reguliere studies niet voldoende inzicht in de problematiek geven.

Gezien de functie en de kwaliteit van de politieregistratie heeft het uitvoeren van diepteonderzoek vooral meerwaarde bij onderzoeksvragen gericht op:

- het ontstaan en de afloop van enkelvoudige ongevallen (de juridische noodzaak voor politieonderzoek ontbreekt vaak omdat de benadeelde ook de enige betrokkene is);
- het ontstaan en de afloop van ongevallen zonder gemotoriseerd verkeer, zoals ongevallen met fietsers (de politie registreert slechts 6% van de ongevallen met fietsers waarbij geen motorvoertuig betrokken was);
- de menselijke factor (de politie heeft over het algemeen minder aandacht voor mensgerelateerde factoren die zich meer dan een minuut voor het ongeval hebben afgespeeld);
- de inrichting van de infrastructuur (de politie brengt de weginrichting niet in kaart); en
- combinaties van de bovengenoemde onderzoeksvragen, zoals een integrale analyse van een bepaald type verkeersongevallen.

6.4.2. *Lessen voor toekomstige dieptestudies*

De resultaten uit de onderhavige studie zijn ook vergeleken met de resultaten die gevonden zijn in een dieptestudie met minder ongevallen die in een stedelijker gebied plaatsvonden (zie *Paragraaf 4.1*). In hoofdlijnen werden dezelfde resultaten gevonden. Het grotere aantal ongevallen in de betreffende Zeeuwse studie heeft echter wel een gedetailleerder indeling in subtypen mogelijk gemaakt. Daarmee zijn meer aanknopingspunten gevonden voor maatregelen om bermongevallen te voorkomen.

De beschikbaarheid van een groter aantal interviews met de bestuurders die in Zeeland in de berm waren geraakt, heeft ook bijgedragen aan de gedetailleerdere indeling van subtypen. Zonder interview is het vrijwel onmogelijk om op een betrouwbare wijze mensgerelateerde ongevalsfactoren toe te kennen. In de Zeeuwse studie zijn daarom (vrijwel) alleen die

ongevallen nader geanalyseerd waarvan een interview beschikbaar was; 57 van de 115 ongevallen. Hoewel het absolute aantal interviews behoorlijk is, was slechts 44% van de betrokken bestuurders bereid om aan het onderzoek mee te werken. In de onderhavige studie was 35% van de betrokken bestuurders bereid om aan het onderzoek mee te werken. Voor toekomstige dieptestudies is het verhogen van het responspercentage dan ook een belangrijk aandachtspunt. Een bekende methode om de respons te verhogen is het bieden van een vergoeding voor medewerking aan het onderzoek. Daarnaast is de wijze van benaderen van de betrokkenen van invloed op de respons. Een inventarisatie van de werkwijze van andere (buitenlandse) teams voor diepteonderzoek kan nieuwe inzichten geven in mogelijkheden om de respons te verhogen.

Weg- en voertuiginspecties zijn niet minder belangrijk dan interviews. In de onderhavige studie zijn alle ongevalslocaties geïnspecteerd, waardoor behoorlijk goed kon worden vastgesteld of een wegfactor al dan niet een rol had gespeeld bij het ontstaan van een ongeval en het eventuele letsel dat daarvan het gevolg was. Voertuiginspecties zijn in circa 80% van de gevallen uitgevoerd. In de andere gevallen was het voertuig al terug naar de eigenaar of afgevoerd naar een autodemontagebedrijf. In het merendeel van de bestudeerde bermongevallen was het echter mogelijk om vast te stellen waar de botsimpact had plaatsgevonden en of de beveiligingsmiddelen in werking waren getreden.

De verzameling van ongevalgegevens start met de melding van een relevant verkeersongeval. De politieregistratie is daarvoor de belangrijkste bron. Zo ook bij de onderhavige dieptestudie. De politieregistratie is echter niet volledig. De kwaliteit van de registratie neemt af naarmate de ernst van het ongeval afneemt en is bovendien fors lager als er geen motorvoertuigen bij betrokken zijn. Bij dieptestudies naar dergelijke ongevalstypen, zoals ongevallen tussen fietsers, kan de registratie van de meldkamer van de ambulancediensten een waardevolle aanvulling zijn.

Literatuur

Baldock, M.R.J., Kloeden, C.N. & McLean, A.J. (2008). *In-depth research into rural road crashes*. CASR057. Centre for Automotive Safety Research, University of Adelaide, Adelaide.

Braimaister, L. & Fortuijn, L.G.H. (2005). *Wegverbreding en/of bermverharding van smallere provinciale wegen: wat is het belang voor de verkeersveiligheid?* Paper gepresenteerd op Verkeerskundige Werkdagen 2005, Ede.

Carsten, O.M.J. & Tate, F.N. (2005). *Intelligent speed adaptation: accident savings and cost-benefit analysis*. In: *Accident Analysis & Prevention*, vol. 37, nr. 3, p. p. 407-416.

CEESAR & ACEA (2001). *European Accident Causation Survey. Volume 1: The databank questionnaire (version 3)*. CEESAR/ACEA, Parijs/Brussel.

Christoph, M.W.T. (2010). *Schatting van verkeersveiligheidseffecten van intelligente voertuigsystemen; Een literatuurstudie*. R-2010-8. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.

CROW (2002a). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom : erftoegangswegen*. Publicatie No. 164d. C.R.O.W kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2002b). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom : gebiedsontsluitingswegen*. Publicatie No. 164c. C.R.O.W kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2004a). *Handboek veilige inrichting van bermen : niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom*. Publicatie No. 202. C.R.O.W kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2004b). *Richtlijn essentiële herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur : wegwijzer voor implementatie*. Publicatie No. 203. Ede.

CROW (2005a). *Handboek wegafzettingen op niet-autosnelwegen en wegen binnen de bebouwde kom - Werk in Uitvoering 96b*. Publicatie No. 96b. C.R.O.W kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

CROW (2005b). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen*. Publicatie No. 207. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Davidse, R.J. (2003). *Op zoek naar oorzaken van ongevallen: lessen uit diverse veiligheidsdisciplines; Inventarisatie en beoordeling van onderzoeksmethoden gericht op menselijke fouten*. R-2003-19. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J. (2007). *Diepteonderzoek naar de invloedsfactoren van verkeersongevallen: een voorstudie; Voorbereidende studie naar een methodiek die de meerwaarde van diepteonderzoek kan waarborgen*. D-2007-1. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Aarts, L.T. & Stipdonk, H.L. (2007). *Analyse van ernstige verkeersongevallen in Zeeland in 2006 en beleidsaanbevelingen; Onderzoek in opdracht van het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Zeeland*. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Doumen, M.J.A., Duijvenvoorde, K. van & Louwerse, W.J.R. (2011). *Bermongevallen in Zeeland: karakteristieken en oplossingsrichtingen; Resultaten van een dieptestudie*. R-2011-20. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Vlakveld, W.P., Doumen, M.J.A. & Craen, S. de (2010). *Statusonderkenning, risico-onderkenning en kalibratie bij verkeersdeelnemers; Een literatuurstudie*. R-2010-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Elslande, P. van, Alberton, L., Nachtergaele, C. & Blanchet, G. (1997). *Scénario-types de production de "l'erreur humaine" dans l'accident de la route; Problématique et analyse qualitative*. INRETS, Arcueil.

Elslande, P. van & Fouquet, K. (2007). *Analyzing 'human functional failures' in road accidents; TRACE Deliverable 5.1*. European Commission, Brussel.

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

Ferguson, S.A. (2007). *The effectiveness of Electronic Stability Control in reducing real-world crashes: A literature review*. In: *Traffic Injury Prevention*, vol. 8, nr. 4, p. 329-338.

Gennarelli, T.A. & Wodzin, E. (2005). *Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005 [Manual]*. Association for the Advancement of Automotive Medicine AAAM, Barrington, IL.

Groen Licht Verkeersadviezen (1999). *Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland; Waardoor ontstaan ze en wat is er aan te doen?* Groen Licht Verkeersadviezen, Tilburg.

Groen Licht Verkeersadviezen (2000). *Enkelvoudige ongevallen op provinciale wegen in Zeeland; Actieplan "kleinschalige projecten op korte termijn"*. Groen Licht Verkeersadviezen, Tilburg.

Groen Licht Verkeersadviezen (2001). *Aktieplan enkelvoudige ongevallen provincie Zeeland; Grootschalige infrastructuurle aanpassingen, Regio Zuid, Regio Midden, Regio Noord*. Groen Licht Verkeersadviezen, Tilburg.

Grošanić, S. & Assenmacher, S. (2008). *eSafety – Implementation Status Survey 2007*. Technische Universität München, München.

Haworth, N., Vulcan, P., Bowland, L. & Pronk, N. (1997). *Characteristics of fatal single vehicle crashes*. MUARC Report ; No. 120. Monash University, Accident Research Centre MUARC, Clayton, Victoria.

Hendriks, R. (2010). *Fietspad in de sloot*. In: *Fietsverkeer*, nr. 26, p. 9.

HVU (2011). *Ulykker pa landeveje [Accidents on primary roads]*. Rapport nr. 7. HVU, Kopenhagen.

Kuiken, M.J., Bolle, M. & Nägele, R.C. (2008). *Analyse enkelvoudige ongevallen*. DHV, Amersfoort.

Liu, C. & Subramanian, R. (2009). *Factors related to fatal single-vehicle run-off-road crashes*. DOT HS 811 232. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

Liu, C. & Ye, Y. (2011). *Run-off-road crashes: An on-scene perspective*. DOT HS 811 500. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.

Mesken, J., Louwerse, W.J.R., Veen, M.W. van der & Beenker, N.J. (2011). *Een kwaliteitszorgsysteem voor verkeersveiligheid in het wegontwerp en -beheer; Bouwstenen voor een handleiding*. R-2011-2. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Onderzoeksraad voor de Veiligheid (2005). *Langdurig onveilige regionale hoofdwegen*. Onderzoeksraad voor de Veiligheid, Den Haag.

Raad voor de Transportveiligheid (2004). *Botsveiligheid geluisschermen*. Raad voor de Transportveiligheid, Den Haag.

Reurings, M.C.B. & Bos, N.M. (2009). *Ernstig gewonde verkeersslachtoffers in Nederland in 1993-2008; Het werkelijke aantal in ziekenhuis opgenomen verkeersslachtoffers met een MAIS van ten minste 2*. R-2009-12. SWOV, Leidschendam.

Rumar, K. (1985). *Behaviour of the driver; Outline of a model for driver behaviour*. Paper gepresenteerd op 15th International Study Week in Traffic Engineering and Safety, Venice, 23-28 September, 1985.

Sandin, J. & Ljung, M. (2007). *Understanding the causation of single-vehicle crashes: a methodology for in-depth on-scene multidisciplinary case studies*. In: *International Journal of Vehicle Safety*, vol. 2, nr. 3, p. 316-333.

Schagen, I.N.L.G. van (2003). *Vermoeidheid achter het stuur; Een inventarisatie van oorzaken, gevolgen en maatregelen*. R-2003-16. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schepers, P. (2008). *Advies enkelvoudige ongevallen*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (RWS DVS), Rotterdam.

Schermers, G., Kenjic, Z., Moning, H. & Drift, R. van der (2010). *Assuring road safety quality in the road design process, the Dutch perspective and*

citing two case studies. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Geometric Design, June 2-5, 2010, Valencia.

Schermers, G., Wesemann, P. & Stipdonk, H.L. (2008). *Borgen van verkeersveiligheid bij het aanbesteden van wegen; Review van de aanbesteding van het RWS Zuid-Holland-project A4 Burgerveen-Leiden.* Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Schoon, C.C. (2003). *Op weg naar een 'Nationaal Programma Veilige Bermen'; Interviews onder regionale wegbeheerders over aandacht voor bermmaatregelen.* R-2003-11. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Stutts, J.C., Feaganes, J., Rogman, E., Hamlett, C. et al. (2003). *Distractions in everyday driving.* AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, D.C.

SWOV (2010). *Vermoeidheid in het verkeer: oorzaken en gevolgen.* SWOV-Factsheet, december 2010. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Visser, M. de (2002). *In-depth analysis of single-vehicle accidents.* Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Groningen, Groningen.

Wegman, F.W. & Aarts, L.T. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020.* Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Bijlagen 1 t/m 7

1. *Brief aan betrokken automobilisten*
2. *Folder 'Diepteonderzoek bermongevallen'*
3. *Geïnformeerde toestemming interview*
4. *Interview bermongevallen*
5. *Geïnformeerde toestemming voor inzien medische gegevens*
6. *Ongevalsfactoren en letselfactoren*
7. *Functionele fouten*

Bijlage 1

Brief aan betrokken automobilisten

[NAAM]
[STRAAT]
[POSTCODE EN WOONPLAATS]

ONZE REFERENTIE RD/095153/010
UW REFERENTIE
ONDERZOEKSNUMMER 04.2.1.5
ONDERWERP Diepteonderzoek verkeersongevallen
DATUM 18 november 2009
DOORKIESNUMMER (070) 317 33 93

Geachte xxx,

Samen met het Ministerie van Verkeer en Waterstaat onderzoekt de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) ongevallen waarbij iemand van de weg is geraakt. Volgens onze informatie heeft u onlangs zo'n ongeval gehad. Wij weten dat een ongeval erg ingrijpt op een persoonlijk leven en hopen dat uw herstel voorspoedig verloopt.

U kunt ons helpen om in de toekomst vergelijkbare ongevallen te voorkomen en het letsel te verminderen. U kunt dat doen door mee te werken aan ons onderzoek. Graag zouden we u interviewen over mogelijke factoren die bijgedragen hebben aan het ontstaan van het ongeval. Daarnaast willen we graag weten welke verwondingen u door het ongeval heeft opgelopen. Wij vragen u daarom of u ook bereid bent de SWOV schriftelijk toestemming te verlenen om de medische gegevens van uw verwondingen in te zien. Wij realiseren ons dat tijdens het interview nare herinneringen weer boven kunnen komen. Maar aan de andere kant hopen wij dat u het algemene belang inziet: helpen om toekomstige ongevallen te voorkomen.

Wij willen graag benadrukken dat uw gegevens door de SWOV strikt vertrouwelijk zullen worden behandeld. De SWOV zal deze gegevens alleen gebruiken voor het hierboven genoemde onderzoek. Alleen de onderzoekers betrokken bij dit project krijgen toegang tot het computerbestand. Uw gegevens worden beheerd volgens de bepalingen voortkomend uit de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp).

Als u wilt meewerken aan het onderzoek, wilt u dan de bijgevoegde formulieren ondertekenen en deze in de bijgevoegde retourenvelop terugsturen naar de SWOV? Bij ontvangst van de ondertekende formulieren zullen we contact met u opnemen om een afspraak te maken voor het interview.

We hopen u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben en wij danken u alvast voor de medewerking aan dit onderzoek. Vanzelfsprekend kunt u voor meer informatie tijdens kantooruren contact opnemen met het onderzoeksteam (070-3173393).

Met vriendelijke groet,

Mw. dr. Ragnhild Davidse
Projectleider SWOV Diepteonderzoek

Bijlagen:

- Brochure SWOV Diepteonderzoek
- Geïnformeerde toestemming interview
- Geïnformeerde toestemming inzien medische gegevens
- Retour envelop

Bijlage 2

Folder Diepteonderzoek bermongevallen

SWOV Diepteonderzoek

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV voert op verzoek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat diepteonderzoek uit naar verkeersongevallen. Diepteonderzoek betekent dat gedetailleerde informatie wordt verzameld over het ontstaan van ongevallen, de ongevalslocaties, de voertuigen en het letsel van de slachtoffers.

Wat is het doel van het onderzoek?

Doel van het onderzoek is om vast te stellen welke factoren en omstandigheden een rol spelen bij het ontstaan van bepaalde typen ongevallen en de letsels die daarbij veel voorkomen. Met deze kennis kunnen vervolgens maatregelen worden geselecteerd of ontwikkeld die ervoor kunnen zorgen dat het aantal ongevallen van dat type en de ernst van de letsels afneemt.

Welke ongevallen worden onderzocht?

De SWOV richt zich bij het diepteonderzoek op specifieke typen ongevallen. Per jaar wordt vastgesteld welk type ongevallen nader wordt bestudeerd. Als er gedurende dat jaar een ongeval van dat type gebeurt, krijgt de SWOV daarover een melding van de politie.

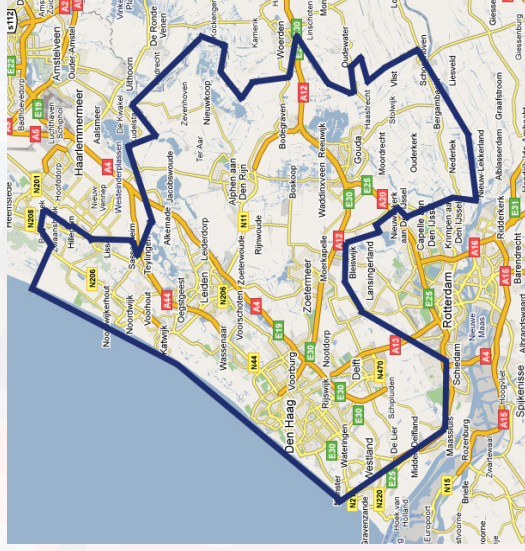
Een onderzoeksteam inspecteert vervolgens de locatie van het ongeval, de schade aan de voertuigen, en neemt contact op met de personen die bij het ongeval betrokken waren.

Wie voert het onderzoek uit?

De SWOV heeft een onderzoeksteam samengesteld dat bestaat uit psychologen, ingenieurs en voertuigspecialisten. De teamleden zijn allen in dienst van de SWOV en kunnen zich ook als zodanig legitimeren.

In welk gebied werkt het onderzoeksteam?

Het onderzoek vindt plaats in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden. Geografisch gezien komt dit gebied overeen met het noordelijk deel van de provincie Zuid-Holland (boven de Lek en de Maas) met uitzondering van de Stadsregio Rotterdam.



Werkgebied onderzoeksteam

Inspectie van de ongevalslocatie

Enkele dagen na het ongeval maakt het team foto's van de wegomgeving, video's van de aanrijroutes van de betrokken voertuigen en registreert het team de kenmerken van de weg en de directe omgeving.

Inspectie van de voertuigen

Zodra het voertuig is vrijgegeven door de politie registreert het team de schade aan het voertuig, bekijkt het welke veiligheidssystemen in het voertuig aanwezig waren (gordels, airbags, ABS en dergelijke) en of deze hebben gewerkt. Daarnaast zoekt het team naar sporen van lichamelijk contact met het interieur van het voertuig. Deze sporen worden later vergeleken met het letsel van de slachtoffers.

Intervius met de betrokken personen

Om meer te weten te komen over de periode voorafgaand aan het ongeval, nemen de psychologen van het team contact op met de bestuurders van de betrokken voertuigen. Waar mogelijk wordt een persoonlijk gesprek gevoerd.

Medische gegevens over letsels

Het team vraagt de slachtoffers van het ongeval toestemming om de medische gegevens op te vragen bij het ziekenhuis waar zij zijn behandeld. Deze gegevens worden gebruikt om de ernst van het letsel te bepalen en om een idee te krijgen van de verschillende typen letsel die bij het onderzochte type ongevallen ontstaan. Samen met de andere gegevens die worden verzameld, geeft dit aanknopingspunten voor maatregelen om de ernst van de letsels te verminderen.

Analyse

Per ongeval maakt het team een beschrijving van het ongevalsproces: hoe is het ongeval ontstaan en welke factoren hebben daar vermoedelijk een rol bij gespeeld? Nadat het team een serie vergelijkbare ongevallen heeft bestudeerd, gaat het na welke factoren de meeste invloed hebben op het ontstaan van dit type ongevallen. Met deze kennis worden maatregelen geselecteerd waarmee vergelijkbare ongevallen in de toekomst kunnen worden voorkomen.

Resultaten

De bevindingen van het onderzoeksteam worden gerapporteerd aan het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Voor zover de resultaten van het onderzoek bekend worden gemaakt, zal het op geen enkele wijze mogelijk zijn om na te gaan welke specifieke ongevallen bestudeerd zijn en welke mensen daarbij betrokken waren.

Bescherming van de persoonsgegevens

De informatie die voor dit onderzoek wordt verzameld, is uiteraard vertrouwelijk en wordt alleen gebruikt voor dit onderzoek. Alle gegevens worden bovendien direct geanonimiseerd. Op het beheer is de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp) van toepassing.

Over de SWOV

De SWOV is het nationale wetenschappelijke instituut voor verkeersveiligheidsonderzoek. Het is de taak van de SWOV om met kennis uit wetenschappelijk onderzoek bij te dragen aan de verbetering van de verkeersveiligheid.

SWOV

WETENSCHAPPELIJK
ONDERZOEK VERKEERSVEILIGHEID

Diepteonderzoek bermongevallen

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV wil graag meer te weten komen over hoe verkeersongevallen ontstaan waarbij mensen van de weg zijn geraakt. Daarom onderzoekt zij een jaar lang bermongevallen: ongevallen waarbij een motorvoertuig (motor, personenauto, bestelauto, vrachtauto) in de berm is geraakt van een weg met een snelheidslimiet van 60, 70 of 80 km/uur.

Het onderzoek naar bermongevallen is een van de diepteonderzoeken die de SWOV uitvoert op verzoek van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. In deze folder kunt u lezen wat diepteonderzoek is en hoe het wordt uitgevoerd.

Meer informatie:

SWOV-team voor diepteonderzoek
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
T: 070 - 317 33 93
F: 070 - 320 12 61
I: www.swov.nl
E: ongevallenonderzoek@swov.nl



ONGEVALLEN
SWOV
ONDERZOEK



Diepteonderzoek bermongevallen

Bijlage 3

Geïnfomeerde toestemming interview

Geïnfomeerde toestemming voor medewerking aan diepteonderzoek van de SWOV

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) wil graag meer te weten komen over hoe verkeersongevallen ontstaan waarbij een bestelauto of lichte vrachtauto betrokken is geweest. Daarbij wil zij ook graag weten welke letsels bij deze ongevallen optreden en hoe deze letsels zijn ontstaan. Met de kennis die de SWOV daarmee opdoet, gaat zij op zoek naar maatregelen waarmee vergelijkbare verkeersongevallen in de toekomst voorkomen kunnen worden en de ernst van de letsels kan worden verminderd. Voor dit onderzoek probeert de SWOV zoveel mogelijk te weten te komen over de situatie waarin het ongeval is ontstaan en de voertuigen die daarbij betrokken waren. De SWOV bekijkt daarvoor de locatie waar het ongeval is gebeurd, bekijkt de voertuigen, neemt contact op en voert indien mogelijk gesprekken met de bestuurders die bij het ongeval betrokken waren, en vraagt – als de betrokkenen daarvoor toestemming hebben gegeven – de medische gegevens van de betrokkenen op. De informatie die voor dit onderzoek wordt verzameld, is uiteraard vertrouwelijk en wordt alleen gebruikt voor dit onderzoek. Voor zover de resultaten van het onderzoek bekend worden gemaakt, zal het op geen enkele wijze mogelijk zijn om na te gaan welke specifieke ongevallen bestudeerd zijn en welke mensen daarbij betrokken waren.

- Ik heb de bovenstaande informatie over het onderzoek van de SWOV gelezen en begrepen.
- Ik ben bereid om mee te werken aan dit onderzoek en stem ermee in dat ik word geïnterviewd door een medewerker van de SWOV.
- Ik heb voldoende tijd gehad om deze beslissing te kunnen nemen.
- Ik ben me ervan bewust dat mijn medewerking geheel vrijwillig is.
- Ik begrijp dat ik mijn toegezegde medewerking op elk moment zonder gevolgen kan intrekken.
- Ik begrijp dat alle informatie die ik tijdens het interview geef, volledig anoniem zal blijven.
- Ik begrijp dat deze informatie wordt verwerkt door personen die werkzaam zijn bij de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) te Leidschendam, voorzover zij deze nodig hebben voor een goede uitvoering van het hierboven vermelde onderzoek.
- Ik begrijp dat de betrokken personen verplicht zijn tot geheimhouding van alle persoonsgegevens en dat deze gegevens niet in een databestand worden opgenomen.

Datum _____

Handtekening _____

Naam _____

Bijlage 4 Interview bermongevallen

Interview bermongevallen

Instructies voor interviewer:

Lees de introductie van dit interview letterlijk voor aan de geïnterviewde. Stel vervolgens – opnieuw letterlijk – de eerste vraag. Als de geïnterviewde stilvalt en hij/zij heeft niets verteld over een bepaald aspect dat in de checklist van die vraag vermeld staat, stel dan de bijbehorende vervolgvraag. Behandel op die manier alle (vervolg)vragen van de vragenlijst. Daar waar tekst tussen vierkante haken staat, gaat het om informatie voor de interviewer of om tekst die moet worden aangevuld met de informatie die in de ongevalsspecificatie staat. Lees de ongevalsspecificatie goed door voordat u naar het slachtoffer toegaat, zodat u zelf al een globaal beeld heeft van de omstandigheden waarin het ongeval heeft plaatsgevonden. Vermijd echter elke eigen interpretatie. Zet na afloop het ongevalsnummer op de bijlagen.

Introductie

Fijn dat u het een en ander wilt vertellen over het ongeval dat u heeft gehad. Voordat we beginnen zal ik u eerst wat vertellen over het onderzoek dat op dit moment wordt uitgevoerd.

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid wil graag meer te weten komen over het ontstaan van ongevallen waarbij mensen in de berm zijn geraakt. Met de kennis die we daarmee opdoen, gaan we op zoek naar maatregelen waarmee vergelijkbare ongevallen in de toekomst voorkomen kunnen worden. Voor dit onderzoek proberen we zoveel mogelijk te weten te komen over de situatie waarin het ongeval is ontstaan en de voertuigen die daarbij betrokken waren. We gaan daarom naar de locatie waar het ongeval is gebeurd, bekijken de voertuigen en nemen contact op met de mensen die bij het ongeval betrokken waren. De informatie die we daarbij verzamelen is uiteraard vertrouwelijk en wordt alleen gebruikt voor dit onderzoek. Voor zover de resultaten van het onderzoek bekend worden gemaakt, zal het op geen enkele wijze mogelijk zijn om na te gaan welke specifieke ongevallen we hebben bestudeerd en welke mensen daarbij betrokken waren.

Mag ik u vragen of u er bezwaar tegen heeft als ik het interview opneem. Zo kan ik tijdens het gesprek beter luisteren en kan alles later zorgvuldig worden uitgeschreven. Daarna wordt de tape gewist.

Het ongeval

Laten we beginnen met het moment vlak voor het ongeval.

1. U reed op de [weg waarop hij/zij reed]. Hoe lang was u toen onderweg?

Checklist bij vraag 1

Vervolgvrage

[Duur van de rit]

Hoe lang in totaal onderweg?

[Route]

Kunt u iets vertellen over de route die u had afgelegd?

[Hoe lang op deze weg]

Waar kwam u deze weg oprijden? (via zijstraat, begin van de weg)

2. Hoe zag de weg eruit? Kunt u voor mij een schetsje maken?

[Bijlage voor vraag 2 geven en stimuleren om zoveel mogelijk detail te geven: hoe was het verloop van de weg, hoeveel bochten zaten er in de weg, stonden er bomen langs de kant van de weg, waren er zijstraten, was er verder nog iets bijzonders (weer, wegdek)?]

3. Hoeveel verkeer was er op dat moment?

[Helemaal geen verkeer; een paar auto's of fietsers, redelijk wat verkeer, veel verkeer, heel veel verkeer]

4. Op een gegeven moment raakte u in de berm/van de weg. Weet u nog wat er vlak daarvoor gebeurde?

5. Wat was volgens u de reden dat u in de berm terechtkwam?

Checklist bij vraag 5

Vervolgvrage

[Wegomstandigheden?]

Was er iets aan de hand met de weg waarop u reed?

[Eigen bezigheden?]

Werd u afgeleid door iets dat in uw auto gebeurde?

6. En wat gebeurde er toen?

Checklist bij vraag 6

[Wanneer opgemerkt?]

[Nog iets gedaan?]

[Resultaat?]

[Voertuig?]

[Beveiligingsmiddelen?]

Vervolgvrage

Wanneer zag of merkte u dat het misging?

Wat was uw reactie?

Hielp dat?

Hoe reageerde uw voertuig?

Heeft u een airbag en ging die uit?

Droeg u uw gordel?

7. Zat u alleen in de auto?

Checklist bij vraag 7

[Hoeveel passagiers?]

[Zitplaatsen?]

[Gordels aan? Kinderzitje?]

Vervolgfragen voor als het antwoord nee is

Met hoeveel mensen zat u in de auto?

Waar zaten zij in de auto?

Waren er op die plek airbags?

Gingen die uit?

Droegen zij een gordel?

Waren er ook kinderen bij?

Zaten die in een kinderzitje of op een stoelverhoger?

8. Hoe snel was er hulp?

Checklist bij vraag 8

[Mensen in de buurt?]

[Hulpverlening?]

Vervolgfragen

Waren er op de plek van het ongeval mensen die u kwamen helpen?

Wie heeft de politie en/of de ambulance gewaarschuwd?

Hoeveel minuten duurde het voordat ze er waren?

Begin van de dag

Laten we even teruggaan naar de ochtend van die dag [de dag van het ongeval].

9. Kunt u beschrijven hoe de dag begon? U werd wakker, en toen...

Checklist bij vraag 9

Vervolgvrage

[Nachtrust]

Was het een dag als alle andere?

Wat had u de avond tevoren gedaan?

Hoeveel uur had u die nacht geslapen?

Is dat net zoveel als anders?

[Dagprogramma]

Wat voor plannen had u voor die dag?

[Humeur]

Hoe voelde u zich?

[Activiteiten]

Wat heeft u nog gedaan voordat u in de auto stapte?

[Eten/drinken]

Heeft u nog wat gegeten of gedronken voordat u wegging?

10. Toen stapte u in/op de [auto/motor/bestelauto/bus/vrachtwagen].

Was dat uw eigen voertuig?

11. Hoe lang reed u daar al mee?

12. Was u de enige die daarmee reed?

13. Reed u ook regelmatig met een andere [auto/motor/bestelauto/bus/vrachtwagen]?

14. Waar kwam u vandaan en waar ging u naartoe?

15. Reed u die route vaak?

16. Hoe lang was u onderweg voordat u in de berm raakte?

17. Wat was ongeveer uw rijsnelheid?

18. Waren er nog bijzonderheden?

Checklist bij vraag 18

Vervolgvrage

[Staat van het voertuig]

Waren er nog bijzonderheden aan uw voertuig?

[Donker en licht aan]

Was het donker op straat?

[Zo ja:] **Was er straatverlichting?**

Brandde die?

[Normaliter lichten aan]

Reed u met uw lichten aan?

Doet u dat ook/altijd overdag?

[Wegomstandigheden]

Hoe zag het wegdek eruit?

[Weersomstandigheden]

Wat voor weer was het?

19. Welke factoren hebben volgens u bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval?

[Geef het bijbehorende vel met de factoren en loop ze een voor een langs. Laat de geïnterviewde aangeven welke factoren volgens hem/haar een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. Vraag hem/haar vervolgens om een en ander toe te lichten. Graag per relevante factor een toelichting.]

20. Was u op het moment van het ongeval..... (Kruis alle relevante antwoorden aan)

[Geef het bijbehorende vel met de bezigheden en loop ze een voor een langs. Laat de geïnterviewde aangeven wat voor hem/haar van toepassing was.]

Na het ongeval

21. Hoe bent u opgevangen?

22. Heeft u met familie/vrienden/collega's over het ongeval kunnen praten?

**23. Kunt u aangeven welke verwondingen u bij het ongeval heeft opgelopen? (denk aan
botbreuken, hersenschudding, schedelfractuur, klaplong, flinke blauwe plekken, etc.)**

[Geef het bijbehorende vel met de afbeeldingen van het menselijk lichaam en vraag de geïnterviewde om met pijlen aan te geven welke verwondingen/letsels ze hebben opgelopen. Laat ze daarbij ook vermelden wat de aard van het letsel was (bijv. gekneusde ribben, gebroken neus) en hoe dit letsel volgens hen is ontstaan (bijv. hoofd wond door binnenspiegel, blauwe plek op knie door dashboard).]

24. Naar welk ziekenhuis bent u gebracht?

25. Hoe lang heeft u in het ziekenhuis gelegen?

26. Bent u inmiddels volledig hersteld?

27. Zijn er dingen voor u veranderd na het ongeval? (werk, algehele gezondheid, ...)

**28. Welke maatregelen zouden volgens u genomen moeten worden om vergelijkbare
ongevallen in de toekomst te voorkomen?**

**29. Zijn er nog dingen die met het ongeval te maken hebben, die ik niet heb gevraagd, maar
die u nog wel zou willen vertellen?**

Over uzelf

Mag ik tot slot nog een paar dingen over uzelf vragen?

30. Hoe lang heeft u uw rijbewijs al?

31. Welke voertuigen mag u nog meer besturen? (motor, vrachtwagen, bus)

32. Hoeveel kilometer rijdt u ongeveer per jaar?

- 0 – 5.000 kilometer
- 5.000 – 10.000 kilometer
- 10.000 – 15.000 kilometer
- 15.000 – 20.000 kilometer
- 20.000 kilometer of meer

33. Rijdt u veel voor uw werk? [niet vragen aan mensen ouder dan 65 jaar]

34. Draagt u lenzen of een bril? Is die voor dichtbij of ver zien?

35. Droeg u die ook tijdens het ongeval?

36. Had u op het moment van het ongeval een van de volgende ziekten of aandoeningen?

	Ja	Nee
Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epilepsie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hartklachten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oogaandoening (bijv. staar, glaucoom)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ziekte van Parkinson	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anders, namelijk.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

37. Gebruikte u destijds medicijnen?

Checklist bij vraag 37

Vervolgvraag

[Als het antwoord ja is]

Wat voor medicijnen waren dit en waar gebruikte u die voor?

38. Had u voor het ongeval alcohol gedronken of drugs gebruikt?

Checklist bij vraag 38

Vervolgvraag

[Als er alcohol gedronken is]

Hoeveel had u gedronken?

In hoeveel uur?

Hoeveel tijd zat er tussen het laatste glas en het ongeval?

[Als er drugs gebruikt is]

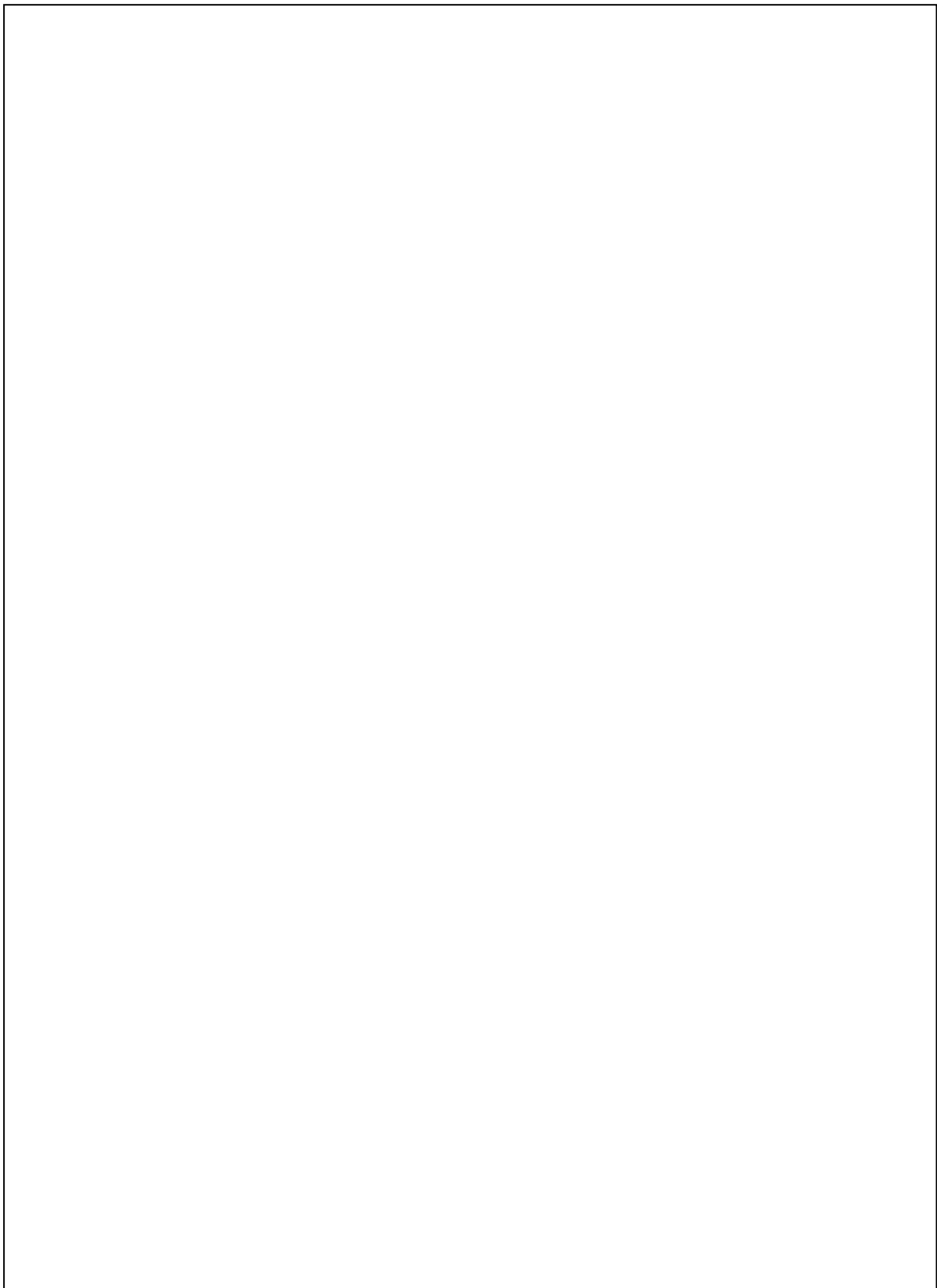
Wat had u gebruikt?

Hoeveel tijd zat er tussen het gebruik en het ongeval?

Hartelijk dank voor uw openhartigheid. Als u naar aanleiding van dit gesprek nog behoefte heeft om verder te praten, dan kunt u altijd contact opnemen met slachtofferhulp [folder overhandigen].

Bijlage voor vraag 2

Tekenblad



Bijlage voor vraag 19

Kunt u van elk van de volgende factoren aangeven of ze volgens u een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval?

	Ja	Nee
a. De verkeerssituatie was onoverzichtelijk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Het verloop van de weg was onduidelijk (bijv. bocht niet gezien)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Er mankeerde iets aan het wegdek (glad, modder, zand, ijs, scheuren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Een andere weggebruiker gedroeg zich vreemd	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Er gebeurde iets in de directe omgeving waardoor ik werd afgeleid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Iets in mijn voertuig leidde me af van het verkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Ik was met mijn gedachten niet bij het verkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Ik was moe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Ik had haast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Ik voelde me niet zo lekker	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Ik had alcohol gedronken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Ik had drugs gebruikt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m. Door de weersomstandigheden had ik slecht zicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n. Er mankeerde iets aan mijn voertuig, namelijk... (bijv. lekke band)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o. Mijn voertuig reageerde anders dan ik had verwacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p. Iets anders, namelijk.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kunt u dat toelichten?

Bijlage voor vraag 20

Was u op het moment van het ongeval..... (Kruis alle relevante antwoorden aan)

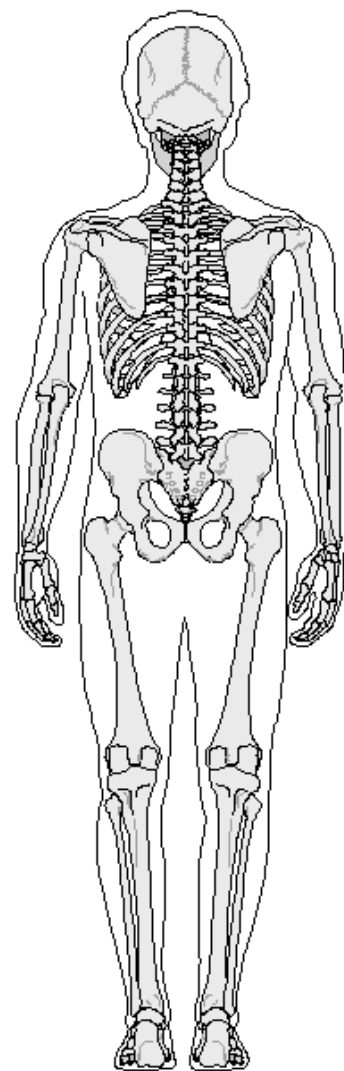
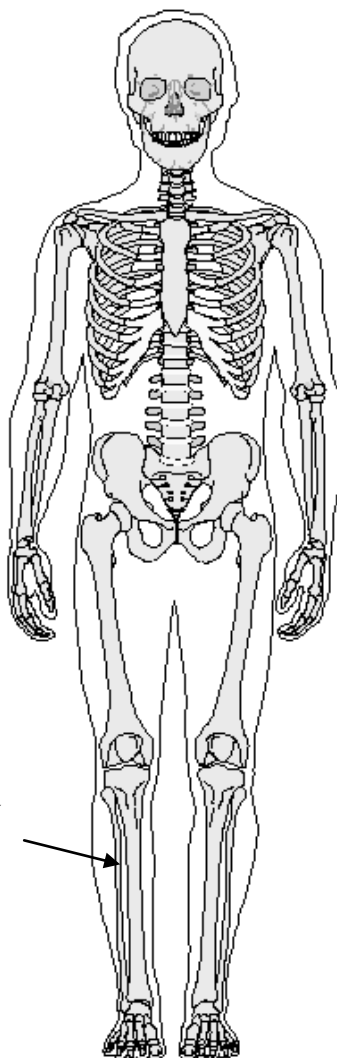
- a. Aan het zoeken waar u heen moest
- b. Uw navigatiesysteem aan het instellen
- c. De temperatuur in de auto aan het regelen
- d. Met een of meer passagiers aan het praten
- e. Handsfree aan het bellen
- f. Aan het bellen met de telefoon in de hand
- g. Aan het sms-en
- h. Muziek aan het luisteren
- i. Een cd aan het verwisselen
- j. Een ander nummer of andere zender aan het zoeken (MP3, iPod, radio)
- k. Iets aan het oprapen dat op de grond gevallen was
- l. Vermoeid, bijvoorbeeld doordat u slecht geslapen had
- m. Gestresst, door het werk of omdat u al erg laat was
- n. Iets anders, namelijk....

Bijlage voor vraag 23

Kunt u in de onderstaande afbeeldingen met pijlen aangeven welke letsels u bij het ongeval heeft opgelopen, wat de aard van het letsel was (bijv. gekneusde ribben, gebroken neus) en hoe dit letsel volgens u is ontstaan (bijv. blauwe plek op knie door dashboard)?

Voorzijde

Achterzijde



Voorbeeld:
Blauwe plek
door
dashboard

Rechts

Links

Links

Rechts

Bijlage 5

Geïnfomeerde toestemming voor inzien medische gegevens

Geïnformeerde toestemming voor het inzien van medische gegevens in het kader van diepteonderzoek verkeersongevallen SWOV

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) wil graag meer te weten komen over hoe verkeersongevallen ontstaan waarbij mensen van de weg zijn geraakt. Daarbij wil zij ook graag weten welke letsels bij deze ongevallen optreden en hoe deze letsels zijn ontstaan. Met de kennis die de SWOV daarmee opdoet, gaat zij op zoek naar maatregelen waarmee vergelijkbare verkeersongevallen in de toekomst voorkomen kunnen worden en hoe de ernst van de letsels kan worden verminderd. Voor dit onderzoek probeert de SWOV zoveel mogelijk te weten te komen over de situatie waarin het ongeval is ontstaan en de voertuigen die daarbij betrokken waren. De SWOV bekijkt daarvoor de locatie waar het ongeval is gebeurd, bekijkt de voertuigen, neemt contact op en voert indien mogelijk gesprekken met de bestuurders die bij het ongeval betrokken waren, en vraagt – als de betrokkenen daarvoor toestemming hebben gegeven – de medische gegevens van de betrokkenen op. De informatie die voor dit onderzoek wordt verzameld, is uiteraard vertrouwelijk en wordt alleen gebruikt voor dit onderzoek. Voor zover de resultaten van het onderzoek bekend worden gemaakt, zal het op geen enkele wijze mogelijk zijn om na te gaan welke specifieke ongevallen bestudeerd zijn en welke mensen daarbij betrokken waren.

- Ik heb bovenstaande informatie over het onderzoek van de SWOV gelezen en begrepen.
- Ik geef het onderzoeksteam van de SWOV toestemming om de medische gegevens in te zien over de verwondingen die ik heb opgelopen tijdens het verkeersongeval.
- Ik heb voldoende tijd gehad om deze beslissing te kunnen nemen.
- Ik ben me ervan bewust dat mijn medewerking geheel vrijwillig is en dat het deelnemen aan dit onderzoek geen direct voordeel voor mij heeft.
- Ik begrijp dat ik mijn toegezegde medewerking op elk moment zonder gevolgen kan intrekken.
- Ik begrijp dat mijn medewerking aan het onderzoek vertrouwelijk behandeld wordt en dat mijn gegevens na invoering in het computerbestand volledig anoniem zullen zijn.
- Ik begrijp dat mijn medische gegevens worden verwerkt door personen die werkzaam zijn bij de SWOV te Leidschendam, voorzover zij deze nodig hebben voor een goede uitvoering van het hierboven vermelde diepteonderzoek verkeersongevallen.
- Ik begrijp dat de betrokken personen verplicht zijn tot geheimhouding van alle persoonsgegevens en dat deze gegevens niet in een databestand worden opgenomen.

Datum _____

Handtekening _____

Naam _____

Bijlage 6

Ongevalsfactoren en letselfactoren

Type factor	Factoromschrijving	Mogelijke rol (Voor alle factoren daarnaast: Niet van toepassing, Anders, Onbekend)
Algemeen		
	Zichtomstandigheden	Schemer, Donker, Donker met verlichting, Laagstaande zon, Zonreflectie, Rook, Mist
	Neerslag	Regen, Hagel, IJzel, Sneeuw, Natte sneeuw
	Wind	Harde wind
	Bijzondere verkeerssituatie	Voetganger op rijbaan, Overstekend wild, Los voorwerp, Wegwerkzaamheden, Eerder ongeval
	Gedrag andere weggebruiker	Onaangekondigde manoeuvre, Onjuiste verlichting, Andere weggebruiker dwingt tot actie
	Verkeersdrukke	File, Druk, Rustig
Mens		
Staat	Medische conditie	Diabetes, Epilepsie, Hartklachten, Oogaandoening, Ziekte van Parkinson
	Slechtziend of – horend	Bijziend, gecorrigeerd door bril of lenzen, Bijziend en droeg geen bril of lenzen, Verziend, gecorrigeerd door bril of lenzen, Verziend en droeg geen bril of lenzen, Slechthorend, Combinatie
	Psychofysiologische conditie	Alcohol, Drugs, Emotie, Vermoeidheid, Haast, Gestresst, Combinatie
	Interne conditionering	Vorrang hebben, Te veel zelfvertrouwen, Te nauwe focus
Ervaring	Rijervaring	Geen rijbewijs, Tijdens rijopleiding, Minder dan een jaar rijbewijs, Beginnersrijbewijs maar langer dan een jaar, Rijdt zeer weinig
	Ervaring met route	Nieuwe route, Nieuwe weg, Niet gewend om rechts te rijden
	Ervaring met voertuig	Nieuw of ander voertuig, Niet gewend aan automaat
	Ervaring met omgeving	Grote stad, Donker, Sneeuw, Gladheid, Mist
	Automatisme	Ja
Afleiding	Afleiding buiten voertuig	Voetganger(s) op de weg, Dier op weg, Weg zoeken, Reclamebord, Wegwerkzaamheden
	Afleiding binnen voertuig	Bediening geluidsdrager, Bediening telefoon, Telefoongesprek, Praten met passagier, Eten, Drinken, Reiken naar object
	Afleiding bestuurder	In gedachten zijn, Medische problemen
Risicogedrag	Snelheid	Bewust boven snelheidslimiet, Onbewust boven snelheidslimiet, Te hard voor omstandigheden
	Positie voertuig	Te weinig afstand tot voorligger, Te dicht bij as van de weg, Te dicht bij kant/berm
	Verkeersregels	Verkeersbord negeren, Rood licht negeren, Wegmarkering negeren
	Sensatie zoeken	Uittesten voertuig, Competitie, Stunt uithalen

Type factor	Factoromschrijving	Mogelijke rol (Voor alle factoren daarnaast: Niet van toepassing, Anders, Onbekend)
	Verlichting	Geen voertuigverlichting overdag, Geen voertuigverlichting in het donker
Voertuig		
Mechanisch	Stuurinrichting	Gedeeltelijk defect, Geheel defect
	Remmen	Gedeeltelijk defect, Geheel defect
	Motor	Gedeeltelijk defect, Geheel defect
	Ophanging	Gedeeltelijk defect, Geheel defect
	Electrisch systeem	Gedeeltelijk defect, Geheel defect
Onderhoud	Voorruit	Kleine beschadigingen, Gebroken, Beslagen, Vervuild
	Zijruit bestuurder	Kleine beschadigingen, Gebroken, Beslagen, Vervuild
	Zijruit passagier	Kleine beschadigingen, Gebroken, Beslagen, Vervuild
	Achterraut	Kleine beschadigingen, Gebroken, Beslagen, Vervuild
	Banden	Verkeerd type, Verkeerde spanning, Loopvlak, Klapband
	Koplampen	Type verkeerd, Lamp defect, Lamp gebroken, Behuizing gebroken, Reflector defect
	Achterlichten	Type verkeerd, Lamp defect, Lamp gebroken, Behuizing gebroken, Reflector defect
	Remlichten	Type verkeerd, Lamp defect, Lamp gebroken, Behuizing gebroken, Reflector defect
	Knipperlichten	Type verkeerd, Lamp defect, Lamp gebroken, Behuizing gebroken, Reflector defect
	Mistlicht	Type verkeerd, Lamp defect, Lamp gebroken, Behuizing gebroken, Reflector defect
	Benzine controlelampje	Defect, Niet defect
	Olie controlelampje	Defect, Niet defect
	Motortemperatuur indicator	Defect, Niet defect
Ontwerp	Zichtproblemen door...	A-pillar, B-pillar, C-pillar, Stuurwiel, Achteruitkijkspiegel, Zijspiegels, Stoelen
	Auditieve signalen	Signalen verwarrend
	Dashboard instrumenten	Kleur, Formaat, Verwarrende informatie
	Bedieningselementen	Kleur, Formaat, Verwarrende informatie, Toegankelijkheid
Lading	Zware belading	Op het voertuig, In het voertuig
	Onevenwichtig beladen	Op het voertuig, In het voertuig
	Belading belemmert zicht	Op het voertuig, In het voertuig
Weg		
Aanrijroute	Verticaal alignement	Helling (niet conform CROW), Helling (hoewel conform CROW), Stop/rijzicht (niet conform CROW), Stop/rijzicht (hoewel conform CROW)

Type factor	Factoromschrijving	Mogelijke rol (Voor alle factoren daarnaast: Niet van toepassing, Anders, Onbekend)
	Horizontaal alignement	Stop/rijzicht (niet conform CROW), Stop/rijzicht (hoewel conform CROW), Bochtigheid (niet conform CROW), Inconsistentie bochten
	Bocht	Boogstraal (niet conform CROW), Boogstraal (hoewel conform CROW), Verkanting (niet conform CROW), Verkanting (hoewel conform CROW), Niet aangekondigd, Onduidelijk aangekondigd, Combinatie
Wegomgeving	Verlichting	Niet aanwezig, Niet brandend, Brandend maar slecht zichtbaar, Alleen links, Alleen rechts, Misleiding
	Verkeersremmers	Drempels, Plateau, Alleen optisch, Versmalling, Niet aanwezig, Niet consistent
	Zichtbeperking	Wegverloop, Bomen/struiken, Hekwerk/brug/muur, Bord(en), Ander voertuig
	Reflectorpalen	Afwijkend, Niet aanwezig
	Bochtschilden	Aanwezig maar niet bij alle bochten, Niet aanwezig
Wegconditie	Wegverharding	Beton, Asfalt(beton), ZOAB, Tegels/stenen/klinkers, Kinderkopjes, Grind/steentjes, Aarde/zand
	Kwaliteit wegdek	Gaten/kuilen in het wegdek, Bovenlaag weggereden, Scheuren, Bulten
	Staat kantmarkering	Versleten, Verwarrend door resten oude markering
	Staat asmarkering	Versleten, Verwarrend door resten oude markering
	Vochtigheid wegdek	Nat, Plassen op de weg, IJs, Sneeuw
	Verontreiniging wegdek	Modder, Bladeren, Olie/diesel, Grind/Zand
Weginrichting	Snelheidslimiet	Hoger dan categorie, Lager dan categorie
	Suggestie-/redresseerstrook	Niet aanwezig, Te smal (niet conform CROW), Te smal (hoewel conform CROW), Te breed (niet conform CROW), Te breed (hoewel conform CROW)
	Kantmarkering	Niet aanwezig, Type niet conform CROW, Breedte niet conform CROW, Type en breedte niet conform CROW, Niet geschikt hoewel conform CROW
	Asmarkering	Niet aanwezig, Type asmarkering niet conform CROW, Breedte asmarkering niet conform CROW, Type en breedte asmarkering niet conform CROW, Asmarkering niet geschikt hoewel conform CROW, Type rijrichtingscheiding niet conform CROW, Breedte rijrichtingscheiding niet conform CROW, Type en breedte rijrichtingscheiding niet conform CROW, Rijrichtingscheiding niet geschikt hoewel conform CROW
	Rijstrook/rijloper	Te smal (niet conform CROW), Te smal (hoewel conform CROW), Te breed (niet conform CROW), Te breed (hoewel conform CROW)
	Bochtschilden	Aanwezig maar niet bij alle bochten, Niet aanwezig
Berm	Semiverharding	Niet aanwezig, Type materiaal niet conform CROW, Breedte niet conform CROW
	Breedte obstakelvrije zone	Obstakelvrije zone te smal (niet conform CROW), Enkel obstakel niet goed afgeschermd, Combinatie

Type factor	Factoromschrijving	Mogelijke rol (Voor alle factoren daarnaast: Niet van toepassing, Anders, Onbekend)
	Breedte vlucht/-bergingszone	Te smal
	Geleiderail	Niet aanwezig, Type geleiderail niet conform CROW, Breedte tot uitbuiging niet conform CROW, Niet hersteld na eerder ongeval
	Middenberm	Type middenberm niet conform CROW, Breedte middenberm niet conform CROW, Hoogte scheidingswal niet conform CROW, Combinatie van afwijkingen t.o.v. CROW, Middenberm niet geschikt hoewel conform CROW
	Talud	Te steil
	Kwaliteit berm	Aansluiting met verharding (niet conform CROW), Beschadigde rand van het wegdek, Niet draagkrachtig/zacht, Combinatie van afwijkingen
Letsel		
Beveiligingsmiddelen	Gordel	Niet aanwezig, Niet gebruikt, Verkeerd gebruikt
	Airbag	Niet aanwezig, Niet uitgevouwen
	Kinderzitje	Niet aanwezig, Niet gebruikt, Verkeerd gebruikt
	Helm	Verplichte helm niet gedragen, Verplichte helm verkeerd gedragen
Contactpunten	Contact eigen voertuig	Stuur, Dashboard, Voorruit, Binnenspiegel, Zijruit, Portier, Firewall, Bodemplaat, Los voorwerp in voertuig, Bekneld onder eigen voertuig, Combinatie
	Contact omgeving	Lichaamsdeel uit voertuig, Uit voertuig geslingerd, Voorwerp dringt in voertuig, Tegen ander voertuig, Bekneld onder ander voertuig, Bekneld tussen eigen en ander voertuig, Tegen obstakel, Tegen wegdek, Combinatie
Letselvergrotenende	Snelheid	Hoge snelheid eigen voertuig, Hoge snelheid botspartner, Hoge snelheid beide botspartners
	Omgevingstemperatuur	Lage buitentemperatuur (<10 graden), Lage watertemperatuur (<15 graden)
	Bijzondere situatie	Voertuig te water, Voertuig in brand, Voertuig over/op de kop, Letsel opgelopen tijdens bevrijding, Vervolgaanrijding
	Vertraagde hulp	Melding ongeval, Kan niet (tijdig) uit voertuig komen, Reanimatie, Aanrijtijd ambulance, Tijd tot ziekenhuis
Letselverlagende	Letselverlaging door...	Gordel correct gedragen, Airbag(s) uitgevouwen, Gordel gedragen en airbag(s) uitgevouwen, Kinderzitje correct gebruikt, Verplichte helm gedragen, Niet-verplichte helm gedragen, Beschermende motorkleding, Beschermende motorkleding met rugbeschermer, Onderrijdbeveiliging (voor/achter/zij), Combinatie

Tabel B2.1 *Ongevalsfactoren en letsselfactoren.*

De code voor de functionele fout (bijv. D1) wordt gevolgd door de omschrijving van die fout. Tussen vierkante haken [] volgt daarna een korte toelichting.

Info detectie (D):

- D1: Item onzichtbaar [plots opdoemend, zo snel dat je niets had kunnen doen (i.t.t. V7)]
- D2/3: Looked but failed to see [twee varianten: 1) met ander verkeersgerelateerd kijkgedrag bezig (bijv. route zoeken, op gevaarlijkste deel van de situatie letten); 2) vluchtig gekeken]
- D4: Afgeleid van rijtaak [niet (goed) gekeken door afleiding binnen/buiten het voertuig]
- D5: Niet gekeken [waarom zou ik in zijstraten kijken, ik heb toch voorrang; daardoor voertuig uit zijstraat niet opgemerkt i.t.t. V5/V6 (wel gezien, maar andere verwachting)]

Info verwerking (V):

- V1: Verkeerd inschatten complexiteit van de weg [bijv. de boogstraal van een bocht verkeerd inschatten, waardoor je 'm niet kunt houden]
- V2: Verkeerd inschatten snelheid/positie van ander [bijv. bij het invoegen de afstand tussen twee voertuigen verkeerd inschatten]
- V3: Verkeerd inschatten van verkeerssysteem [bijv. midden in een slecht ontworpen of slecht aangegeven verkeerssituatie belanden en daar een obstakel vormen voor anderen]
- V4: Verkeerd begrijpen manoeuvre van ander [de signalen (afremmen, richtingaanwijzers, gedrag) van een ander verkeerd begrijpen. !!Voor voorrangssituaties zie V5 en V6!!]

Voorspelling (V):

- V5: Niet verwachten dat iemand die geen voorrang heeft in beweging komt [hij staat netjes te wachten tot ik voorbij ben; ik heb immers voorrang]
- V6: Verwachten dat degene die geen voorrang heeft het probleem oplost [hij gaat echt wel stoppen want ik heb voorrang (deze andere verkeersdeelnemer rijdt/beweegt dus al/nog)]
- V7: Geen obstakel of voertuig verwachten [terwijl je dat – gezien eerdere ervaringen met (soortgelijke) situaties – wel zou kunnen verwachten en je er ook goed rekening mee kunt houden. Bijv. tegenligger na een bocht, voetganger die achter een stilstaande bus vandaan komt]

Beslissing (B):

- B1: Bestuurder wordt gedwongen risico te nemen [bijv. het kruisingsvlak iets oprijden omdat je het anders gewoon niet kunt zien]
- B2: Bewuste overtreding [inhalen waar het eigenlijk niet kan, door rood rijden, etc.]
- B3: Foutief automatische getriggerd [bijv. de auto voor je gaat rijden, dus je volgt 'm gewoon]

Actie (A):

- A1: Verlies controle door externe oorzaak [bijv. aquaplaning, klapband, windstoten]
- A2: Afwijkende koers door inattentie [geleidelijk van de weg raken en dat net te laat door hebben omdat je een cd wisselde of er niet helemaal met je gedachten bij was.]
- A3: Foute uitvoering van de voorgenomen actie [je hebt alles gezien en wist precies wat je moest doen, maar de uitvoering laat te wensen over; bijv. verkeerde versnelling]

Rijgeschiktheid/rijvaardigheid (R):

- R1: Verlies bewustzijn [geen actie ondernemen omdat je daar simpelweg niet toe in staat bent vanwege in slaap vallen of onwel worden]
- R2: Vermindering rijgeschiktheid door overmatig drank of drugsgebruik [de verkeerstaak niet meer kunnen uitvoeren door overmatig drank of drugsgebruik]
- R3: Tekort aan cognitieve capaciteit [de verkeerssituatie is simpelweg te lastig en je weet niet goed wat je moet doen om deze situatie veilig te passeren].

Anders

Onbekend