

(bijdragenr. 134)
**Over bermen, bochten en bomen:
verkeerstechnische resultaten van
diepteonderzoek naar bermongevallen**

Ir. W.J.R. Louwse
(*Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV*)

Dr. R.J. Davidse
(*SWOV*)

Ing. L.C. van Sluijs
(*Provincie Zeeland*)

C.W.A.E. Duivenvoorden, MSc
(*SWOV*)

K. van Duijvenvoorde, BAsC
(*SWOV*)

Samenvatting

Voor meer inzicht in de factoren die een rol spelen bij het ontstaan en de afloop van bermongevallen zijn twee dieptestudies uitgevoerd. In totaal zijn 143 bermongevallen bestudeerd. Het bronnenmateriaal bestond uit politiegegevens, interviews met de ongevalsbetrokken automobilisten, voertuiginspecties en weginspecties. Dit artikel bespreekt de resultaten die betrekking hebben op de verkeerstechnische aspecten.

Trefwoorden

Bermongevallen, verkeersveiligheid, wegkenmerken, obstakels, bochten.

1. Inleiding

In 2007 heeft de SWOV in opdracht van het Regionaal Orgaan Verkeersveiligheid Zeeland (ROVZ) de ernstige verkeersongevallen geanalyseerd die in 2006 in Zeeland hebben plaatsgevonden (Davidse, Aarts & Stipdonk, 2007). Uit die analyse bleek dat bij 30% van de ongevallen met dodelijke of ernstige afloop de bestuurder van het voertuig de controle over het voertuig had verloren. De redenen voor het verlies van controle kon met de beschikbare politie-informatie niet goed bepaald worden. Een van de aanbevelingen in een andere studie naar enkelvoudige ongevallen (Schepers, 2008) is het doen van diepteonderzoek naar dit type ongevallen. Op verzoek van het Directoraat-Generaal Mobiliteit (DGMO) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft de SWOV een methodiek opgesteld voor diepteonderzoek naar verkeersongevallen (zie Davidse, 2007). De uitkomsten van de studie van Davidse et al. (2007) was voor het ROVZ en de SWOV aanleiding om via dieptestudie extra informatie te gaan verzamelen over bermongevallen. Parallel aan de dieptestudie in de provincie Zeeland is in opdracht van DGMO ook een SWOV-dieptestudie gestart naar bermongevallen in de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden.

Bij een SWOV-dieptestudie bestudeert een multidisciplinair onderzoeksteam een homogene groep ongevallen en gaat 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.

Bermongevallen zijn 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; 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 van de betrokkenen in de aanloop tot het ongeval in de berm is geraakt. Deze laatste twee subtypen bermongevallen zijn niet uit de politieregistratie af te leiden.

Jaarlijks worden er ruim 200 eenzijdige en obstakelongevallen met dodelijke afloop geregistreerd: een derde van het totaal aantal dodelijke verkeersongevallen. Daarnaast gebeuren er ieder jaar nog eens 1.100 eenzijdige en obstakelongevallen waarbij ernstig verkeersgewonden vallen. 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 veel aandacht besteed aan veilige bermen. Zo zijn er richtlijnen opgesteld voor de veilige inrichting van bermen. Ondanks deze (voorgestelde) maatregelen is er nog veel winst te behalen. Voor een verdere reductie van het aantal ernstige bermongevallen is inzicht nodig in de factoren die een rol spelen bij het ontstaan van bermongevallen. Dat is de reden waarom de SWOV diepteonderzoek heeft verricht naar de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van bermongevallen.

In dit artikel worden vooral de verkeerstechnische resultaten van de dieptestudies naar bermongevallen beschreven. In de beide dieptestudies is het ongevalsproces echter integraal benaderd: de verkeerssituatie, de directe omgeving, de betrokken verkeersdeelnemers, hun voertuigen en de letsels van de inzittenden. De resultaten van deze integrale analyses zijn te vinden in het NVVC-paper *Diepteonderzoek naar bermongevallen: nieuwe inzichten en*

aanknopingspunten voor beleid (Davidse, 2012) en de SWOV-rapporten *Bermongevallen in Zeeland: karakteristieken en oplossingsrichtingen* (Davidse, Doumen, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2011) en *Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventie* (Davidse, 2011).

2. Methode van dataverzameling bermongevallen

2.1 Het onderzoeksgebied

De SWOV-dieptestudies naar bermongevallen hebben plaatsgevonden in de provincie Zeeland en in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden (H&HM). In de periode van respectievelijk 1 maart 2009 (Zeeland) en 1 september 2009 (H&HM) tot en met 31 oktober 2010 zijn met hulp van de politie alle bermongevallen geselecteerd die hebben plaatsgevonden op 60-, 70-, 80- en 100 km/uur-wegen. In Zeeland zijn ook ongevallen op 120km/h-wegen geselecteerd. De wegbeheerders van deze wegen zijn zowel gemeente, provincie, waterschap als rijk.

2.2 Informatieverzameling

Het SWOV-team voor diepteonderzoek heeft van de politie van alle geselecteerde bermongevallen de registratiesets, processen-verbaal en/of rapporten van de Verkeersongevallenanalyse (VOA-rapporten) ontvangen. Daarnaast heeft het team informatie verzameld over:

- de betrokken automobilisten en het eventuele letsel van de inzittenden (via interviews en aanvullende medische gegevensbestanden, zie § 2.3),
- de schade aan de voertuigen (via voertuiginspecties, zie § 2.4),
- de verkeerssituatie ter plaatse (via weginspecties, zie § 2.5)

Tijdens de twee dieptestudies zijn in totaal 143 bermongevallen bestudeerd. Het merendeel (94%) van de bermongevallen betrof een enkelvoudig ongeval; de automobilist die in de berm terecht kwam had geen andere verkeersdeelnemer geraakt. Bij 8 ongevallen (6%) werd bij het terugsturen uit de berm wel een andere verkeersdeelnemer geraakt. In 5 gevallen was dit een tegenligger, in één geval een automobilist die op een naastgelegen rijstrook in dezelfde richting reed, en in de andere gevallen een voetganger of fietser die zich naast de hoofdrijbaan bevond. Ook bij de enkelvoudige bermongevallen was soms een andere verkeersdeelnemer betrokken zo bleek uit de interviews, maar dan uitsluitend in de aanloop tot het ongeval.

2.3 Betrokken bestuurders en inzittenden en hun letsel

Van alle 143 betrokken bestuurders die in de berm raakten was 43% bereid om aan het onderzoek mee te werken. De interviews in H&HM werden afgenomen door een psycholoog van het onderzoeksteam en de interviews in Zeeland door medewerkers van SMWO volgens een door de SWOV opgesteld interviewprotocol

Informatie over het eventuele letsel van de inzittenden werd afgeleid uit de politiedocumentatie en de interviews. Daarnaast werd in H&HM toestemming gevraagd om de medische gegevens over het letsel van de inzittenden op te vragen bij het ziekenhuis. Per inzittende is bepaald wat het maximale letsel was (Maximum Abbreviated Injury Scale). Binnen het Nederlandse verkeersveiligheidsbeleid spreekt men bij een MAIS van 2 of hoger over een ernstig verkeersgewonde, mits deze persoon niet is overleden (Reurings & Bos, 2009). Als de persoon toch is overleden dan hanteert men de term verkeersdode.

Voor 86 (60%) van de 143 ongevallen is het ongevalsproces in meer detail geanalyseerd. Van 40% van de ongevallen was namelijk te weinig informatie beschikbaar om vast te stellen waar het ongeval had plaatsgevonden en/of waren geen interviews of VOA-rapporten beschikbaar. Bij deze 86 nader geanalyseerde bermongevallen waren in totaal 90 voertuigen betrokken, met daarin 143 inzittenden.

2.4 Voertuiginspecties

Van alle 151 betrokken voertuigen was 89% een personenauto, 4% een bestelauto, 5% motor en 2% een overig voertuig (vrachtauto, scootmobiel of fiets). Gegevens van de politie over het voertuig zijn door het SWOV-team aangevuld met algemene voertuiggegevens (zoals merk, model, bouwjaar, motorvermogen, maten en gewicht van het voertuig). In H&HM werden de betrokken voertuigen ook geïnspecteerd. Van deze 31 voertuigen heeft het team er 25 kunnen inspecteren (81%). De overige voertuigen waren niet meer beschikbaar.

2.5 Weginspecties van dwarsprofiel en aanrijroutes

Naast voertuiginspecties zijn in zowel Zeeland als in H&HM weginspecties uitgevoerd waarbij de weg en berm ter plekke werden geïnspecteerd. De inspectie van de ongevalslocaties werd uitgevoerd door een verkeerskundige. Van alle ongevalslocaties werden zowel het dwarsprofiel als de aanrijroutes geïnspecteerd. Daarbij werd bijzondere aandacht geschonken aan kenmerken die van belang zijn bij bermongevallen en de ernst van hun afloop.

Uit de bovengenoemde weginspecties bleek dat circa de helft van de bestudeerde bermongevallen (53%) plaatsvond op een 80km/uur-weg. Dit percentage is hoger dan het aandeel (38%) van alle geregistreerde ernstige ongevallen op een 80km/uur-weg in het onderzoeksgebied. Het aandeel onderzochte bermongevallen op een 60km/uur-weg komt overeen met het aandeel van dit wegtype in de geregistreerde ernstige ongevallen in het onderzoeksgebied.

3. Resultaten

De verzamelde informatie is op hoofdlijnen en in detail geanalyseerd. In paragraaf 3.1 wordt een beeld gegeven van de algemene kenmerken van de totale set van 143 bestudeerde bermongevallen. Voor 86 van de 143 ongevallen is het ongevalsproces in meer detail geanalyseerd (zie paragraaf 2.3). Voor die 86 ongevallen is ook bepaald welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de ongevallen en het eventuele letsel dat daarvan het gevolg was. In paragraaf 3.2 wordt besproken welke wegfactoren het vaakst een rol spelen bij

het ontstaan en de afloop van bermongevallen. In de daarop volgende paragrafen wordt nader ingegaan op twee van deze ongevalsfactoren: bochten (paragraaf 3.3), obstakelvrije zones (paragraaf 3.4) en de combinatie daarvan (paragraaf 3.5).

3.1 Algemene ongevalskenmerken van bermongevallen

Wanneer de totale groep van 143 bestudeerde bermongevallen wordt beschouwd, blijken deze ongevallen relatief vaak plaats te vinden in het weekend, op een 80km/uur-weg en in een bocht (zie tabel 1). Dit blijkt uit een vergelijking met de verdeling van het totaal aantal geregistreerde ernstige ongevallen in het onderzoeksgebied dat buiten de bebouwde kom plaatsvond en waarbij minimaal één personenauto betrokken was. De bestuurder die in de berm raakt is veelal een man. Daarnaast zijn jonge mannen als groep oververtegenwoordigd onder de bestuurders die in de berm raken (zie Davidse, 2011 en Davidse et al, 2011).

Tabel 1: Meest voorkomende kenmerken van bermongevallen

Kenmerk	Aandeel in het aantal bermongevallen (n=143)
Man	75%
18- t/m 24-jarigen	31%
Jonge mannen	26%
Weekend	48%
Weekendnachten	17%
Wegtype: 80km/uur-wegen	53%
Wegsituatie: bochten	47%

3.2 Belangrijkste ongevalsfactoren bij bermongevallen

Voor elk van de 86 ongevallen die nader zijn geanalyseerd, werd per ongeval een scenario opgesteld. Voor deze ongevallen 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 werd 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. In tabel 2 is voor de algemene factoren en wegfactoren aangegeven welke factoren het vaakst een rol speelden in de totale set van 86 nader geanalyseerde bermongevallen. Daarbij moet worden opgemerkt dat deze factoren zelden de enige factoren waren die een rol hebben gespeeld bij de betreffende ongevallen. 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. Daarom werden alle relevante factoren geselecteerd die volgens het team hebben bijgedragen aan het ontstaan van het ongeval en het ontstaan van de letsels van eventuele inzittenden van de betrokken voertuigen.

Tabel 2: Samenvatting van de meest voorkomende ongevalsfactoren (algemeen, mens en weg)

Factortypen	Meest voorkomende ongevalsfactoren (% in het totaal aantal geanalyseerde ongevallen, n=86) ^a	
	Algemene factoren	Donker
Nat wegdek		8-15%
Mensfactoren	Afleiding	28-43%
	Vermoeidheid	14-19%
	Te hoge rijsnelheid	23-40%
Wegfactoren	Obstakelvrije zone te smal	42-45%
	Talud te steil	30-34%
	Semi-verharding niet aanwezig of te smal	12-16%
	Suggestiestrook/redresseerstrook te smal of niet aanwezig	10-17%
	Bocht: boogstraal te krap en/of niet goed aangekondigd	14-19%

^a Het eerste percentage 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 percentage voor *alle* ongevallen waarbij de betreffende factor een rol lijkt te hebben gespeeld, inclusief die mogelijk een rol hebben gespeeld.

Voor het evalueren van de wegfactoren werden 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 werd overigens niet per definitie ‘fout’ gerekend; het leidde niet per definitie tot 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 ongevalsfactor 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 2 komt dit tot uiting in de aangegeven marges. 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 minder zekerheid was over de rol van de betreffende factor. De rol van het voertuig als ongevalsfactor blijkt beperkt en is daarom niet opgenomen in tabel 2. Alleen versleten of onjuiste banden zijn slechts in enkele gevallen (2-7%) aangewezen als factor bij het ontstaan van bermongevallen. Het blijkt dat bij de meeste ongevallen een combinatie van mens- en wegfactoren een rol speelt. Slechts in enkele gevallen (5%) is de mens als *enige* ongevalsfactor aangemerkt.

Wegkenmerken als suggestie- of redresseerstroken maar ook semi-verharding van de berm zijn van belang om te voorkomen dat een voertuig ongecontroleerd van de weg in de berm belandt. Het niet aan de richtlijnen voldoen van deze twee wegkenmerken is bij 10% respectievelijk 12% van de ongevallen aangemerkt als (zeer) waarschijnlijke ongevalsfactor (zie tabel 2). Ook de aanwezigheid van bochten met een te krappe boogstraal of bochten die niet goed zijn aangekondigd hebben een negatieve invloed op het van de weg raken. Dergelijke bochten zijn bij 14% van de ongevallen als (zeer) waarschijnlijke ongevalsfactor genoteerd.

Bij 42% van de geanalyseerde bermongevallen speelde een te smalle obstakelvrije zone (zeer) waarschijnlijk een rol bij het ontstaan ervan. De obstakelvrije zone moet bij het van de weg raken van het voertuig de schade en het letsel van de inzittenden beperken. In 44% van deze ongevallen met een te smalle obstakelvrije zone werd eveneens een te steil talud (steiler dan 1:3) als ongevalsfactor aangemerkt (19% van de 86 ongevallen). Dit talud liep in 56% van de gevallen rechtstreeks naar een lager gelegen sloot (10% van de 86 ongevallen). Bij 22% van de betreffende ongevallen leidde dit tot een zeer ernstige afloop (MAIS 4 of 5) als gevolg van (bijna-)verdrinking (2% van de 86 ongevallen).

Concluderend kan worden gesteld dat het te kort schieten van de wegkenmerken die het van de weg raken moeten voorkomen, te weten redresseerstroken, semi-verharding en ruime bogen, in 27% van de bermongevallen als (zeer) waarschijnlijke ongevalsfactor is aangemerkt (dit percentage is lager dan de som van de betreffende percentages uit tabel 2, omdat bij sommige ongevallen twee van deze wegkenmerken een rol speelden). Een te smalle obstakelvrije zone – een juiste uitvoering zou de ernst van de afloop van een bermongeval moeten beperken – is echter met 42% veruit de belangrijkste ongevalsfactor bij bermongevallen. Het optreden van deze ongevalsfactor gaat bovendien gepaard met het ernstigste letsel.

Op grond van de relevantie voor de vastgestelde ongevalsfactoren zouden onderstaande infrastructurele maatregelen de meeste winst kunnen opleveren in termen van een reductie van het aantal bermongevallen en het letsel als gevolg van deze bermongevallen:

- rijsnelheden handhaven of de snelheidslimiet verlagen (veilige snelheden);
- geprofileerde, akoestische kantstreep aanbrengen of een geprofileerd verhardingsvlak in de redresseerstrook aanbrengen;
- inspectie van krappe bogen en hun bebakening;
- 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.

Deze maatregelen worden ook al genoemd in het CROW Handboek veilige inrichting van bermen (CROW, 2004) en betreffen de implementatie van bestaande richtlijnen. 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 die genoemd worden in Davidse (2011) zijn innovatiever van aard, zoals overdwarse ribbels aanbrengen op de rijstrook voor de bocht, sloten overkappen of ondieper maken, aanvalsplan smalle wegen. Het verdient aanbeveling eerst nader onderzoek te verrichten naar de haalbaarheid en effectiviteit ervan, voordat deze maatregelen kunnen worden geïmplementeerd.

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste ongevalsfactoren die met de weginfrastructuur te maken hebben – bochten en obstakelvrije zones – in meer detail besproken.

3.3 Bermongevallen in bochten

Zowel de ligging in het horizontaal alignement (herkenbaarheid en voorspelbaarheid) als de boogstraal van de bocht heeft invloed op de kans dat een bestuurder met zijn voertuig van de weg raakt. In paragraaf 3.2 bleek dat bochten inderdaad een belangrijke ongevalsfactor zijn bij bermongevallen. Daarom is voor dit artikel besloten een extra analyse uit te voeren naar de bermongevallen die in bochten hebben plaatsgevonden met het doel een indicatie te krijgen welke reductie van het aantal bermongevallen in bochten mogelijk zou kunnen zijn door een ontwerp en inrichting volgens de richtlijnen.

Voor alle in de database opgenomen bermongevallen die in of kort na een bocht plaatsvonden is eerst de boogstraal van de bocht bepaald. In de paragrafen hiervoor was steeds sprake van een selectie van ongevallen waarbij het voertuig in een bocht uiteindelijk tot stilstand kwam. De selectie in deze paragraaf is iets groter omdat nu ook de ongevallen zijn geselecteerd waarbij het voertuig kort na de bocht in de berm is geëindigd. Aan de hand van de ter plekke geldende snelheidslimiet en onder de aanname van een standaard verkanting is vervolgens bepaald of de boogstralen voldoen aan de minimaal vereiste boogstraal volgens Handboek wegontwerp (CROW, 2002b/c/d). Aangezien de verkanting tijdens de wegininspecties niet was opgemeten en ook niet beschikbaar was in bestaande wegenbestanden, werd uitgegaan van een standaard verkanting van 2,5% zoals voorgeschreven door CROW (2002c). Vervolgens is van de bochten met te krappe boogstralen bepaald of de bebording en bebakening voldoet aan de Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen (CROW, 2005). Voor erftoegangswegen schrijft deze richtlijn alleen maatregelen voor ‘in extreme situaties’. Dit zijn bijvoorbeeld bochten na een lange rechtstand of na een ruimere boog stroomopwaarts, of bochten waarnaast de obstakelvrije zone te smal is.

3.4 Obstakelvrije zones

Op het moment dat een bestuurder van de rijbaan af raakt is een obstakelvrije zone bedoeld om het voertuig – al dan niet gecontroleerd – veilig tot stilstand te laten komen. De breedte van de noodzakelijke obstakelvrije zone is afhankelijk van de rijnsnelheid, de inrijhoek en de weerstand van de berm. De breedtes voor de diverse wegtypen zijn bepaald aan de hand van SWOV-onderzoek en onderzoeken uit het buitenland (Schoon, 1997). CROW (2004) en Rijkswaterstaat (NOA: Dubbeldam, 2006) hebben op basis daarvan richtwaarden opgesteld voor de standaard (gewenste) breedte gegeven de rijnsnelheid (zie tabel 3). In de praktijk wordt hiervoor meestal niet de V85 maar de geldende snelheidslimiet gebruikt.

Tabel 3: De voorgeschreven breedtes van obstakelvrije zones voor verschillende wegtypen in Nederland. Bron: CROW (2004) en Dubbeldam (2006)

Wegtype	Standaard (gewenst)
Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom – 60 km/uur	2,5 m
Gebiedsontsluitingsweg buiten de bebouwde kom – 80 km/uur	6 m
Stroomweg – 100 km/uur	10 m
Autosnelweg – 100 km/uur	10 m
Autosnelweg – 120 km/uur	13 m

Binnen de obstakelvrije zone mogen geen obstakels staan die bij aanrijding ernstige schade aan een voertuig en/of letsel aan de inzittenden kunnen veroorzaken (CROW, 2004). Er mag

wel zogenoemd 'botsveilig' wegmeubilair in staan, zoals dunwandige aluminium lichtmasten en verkeersborden, die bij een aanrijding door een personenauto bezwijken. Ook een talud mag zich in de berm bevinden, mits dat talud niet te steil is (niet steiler dan 1:3).

Uitgaande van de voertuigen die bij de nader geanalyseerde bermongevallen betrokken waren (90 voertuigen betrokken bij 86 ongevallen), raakte 44% van de voertuigen een niet-botsvriendelijk object dat binnen de gewenste obstakelvrije zone stond (zie tabel 4), 21% van alle voertuigen kwam tot stilstand in een sloot of greppel, 14% van de voertuigen botste tegen een boom en 8% van de voertuigen kwam op of onderaan een talud dat steiler is dan 1:3 tot stilstand.

Tabel 4: Obstakels binnen de gewenste obstakelvrije zone waartegen een voertuig tot stilstand is gekomen of welke een rol hebben gespeeld in het ontstaan van letsel

Obstakel type	Aantal en aandeel van voertuigen betrokken bij de nader geanalyseerde bermongevallen (n=90)
Boom	13 (14%)
Sloot	19 (21%)
Talud (zonder sloot)	7 (8%)
Lichtmast	1 (1%)
Totaal alle obstakels	40 (44%)

Het ernstigste letsel werd veroorzaakt door het in een sloot of greppel raken van het voertuig of het contact met niet-botsvriendelijke objecten. Twaalf inzittenden van de 90 voertuigen hadden letsel met een MAIS van 3 of hoger of zijn als gevolg van het ongeval overleden. De helft van hen liep het letsel op na een botsing met een boom en twee van hen liepen het letsel op door aanrijding van een lichtmast zonder breek- of afschuifconstructie. In alle acht gevallen waren deze obstakels niet afgeschermd en zeven van de acht obstakels bevonden zich binnen de voorgeschreven 'gewenste' obstakelvrije zone gegeven de snelheidslimiet van de betreffende wegen. Het letsel van de overige vier inzittenden werd veroorzaakt door het te water raken van het voertuig of het raken van de steile walkant van een greppel.

3.5 Combinatie van te smalle obstakelvrije zone en te krappe boogstraal

Tot slot is de kritische combinatie van zowel een te krappe boogstraal (grotere kans om van de weg af te raken) als een te smalle obstakelvrije zone (grotere kans op ernstig letsel) onder de loep genomen. Van de 86 geanalyseerde ongevallen blijkt de helft (53%) in of direct na het uitrijden van een bocht te hebben plaatsgevonden (zie tabel 5). In maar liefst 67% van die bochten bleek de boogstraal te krap gegeven de ter plekke geldende snelheidslimiet. Van de ongevalslocaties bij deze te krappe bochten bleek maar liefst 55% ook een te smalle obstakelvrije zone (OVZ) te hebben. In 76% van die kritische combinaties was de krappe bocht bovendien niet volgens de richtlijnen aangekondigd of bebakend. Dit betekent dat een bocht niet (juist) was aangekondigd met bijvoorbeeld een RVV-bord J2 of dat de bebakening met behulp van bochtschilden (bijvoorbeeld BB12 of BB14) niet in orde was. Bij 92% van deze ongevallen werden deze kenmerken als ongevalsfactor genoemd. In de andere gevallen wezen de overige ongevalsomstandigheden uit dat een andere factor het ongevalsproces domineerde. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het in slaap vallen; ook bij een juiste bebakening en bebakening zou de bocht niet zijn opgemerkt.

Tabel 5: Combinatie van te smalle obstakelvrije zone (OVZ) en te krappe boogstraal in bochten waarin of kort waarna een bermongeval heeft plaatsgevonden

Geanalyseerde ongevallen n=86	Aantal	aandeel t.o.v. totaal (n=86)	aandeel t.o.v. bovenstaande
In of kort na een bocht	46	53%	53%
Boogstraal te krap	31	36%	67%
Boogstraal en OVZ te krap	17	20%	55%
waarvan Bebording en Bebakening niet voldoet	13	15%	76%
<i>waarvan bocht of OVZ ongevalsfactor</i>	<i>12</i>	<i>14%</i>	<i>92%</i>

Eén op de zeven bermongevallen (14%) blijkt te gebeuren in of kort na een bocht die een te krappe boogstraal heeft, waarvan de obstakel vrije zone te krap is en de bebording en bebakening niet voldoet en waarvan tevens de bocht of obstakel vrije zone als ongevalsfactor zijn aangewezen. Bij een ontwerp en uitvoering van bochten volgens de richtlijnen zouden in potentie deze bermongevallen voorkomen kunnen worden.

Zowel de vereiste breedte van de obstakelvrije zone als de vereiste lengte van de boogstraal zijn afhankelijk van de rijsnelheid. Uit tabel 2 bleek al dat een te hoge snelheid een belangrijke ongevalsfactor was. Een belangrijke maatregel is dan ook in de eerste plaats een weginrichting die een veilige snelheid bewerkstelligt en als het niet anders kan dat de veilige snelheid wordt afgedwongen door handhaving. Als de boogstraal vervolgens toch te krap is ten opzichte van de veilige snelheid op het voorgaande wegvak dient de bestuurder tijdig informatie te ontvangen over wat de veilige snelheid in de bocht is. De aanname is dat een volgens de richtlijn juiste bebording en bebakening hiervoor kan zorgen, maar het verdient aanbeveling dit nader te onderzoeken middels bijvoorbeeld een voor- en na-studie of rijsimulator onderzoek. Als het ondanks een veilige snelheid voor en in de bocht toch nog fout gaat is de breedte van de obstakelvrije zone van belang. In de onderhavige studie is ervan uitgegaan dat de door de richtlijnen geadviseerde standaard (gewenste) breedte ook in een bocht voldoet, maar ook hier is extra onderzoek aan te bevelen.

4. Conclusies en aanbevelingen

Dit artikel doet verslag van twee parallelle SWOV-dieptestudies naar bermongevallen op 60-, 70-, 80-, 100-en 120 km/uur-wegen in de provincie Zeeland en in het gebied dat samenvalt met de politieregio's Haaglanden en Hollands Midden. De wegbeheerders van deze wegen zijn zowel gemeente, provincie, waterschap als rijk.

Het merendeel (94%) van de bermongevallen was enkelvoudig. Van alle betrokken voertuigen was 89% een personenauto. De ongevallen vinden relatief vaak plaats in het weekend, op een 80km/uur-weg en in een bocht. De bestuurder die in de berm raakt is veelal een man. Daarnaast lijken *jonge* mannen als groep oververtegenwoordigd te zijn onder de bestuurders die in de berm raken.

Een belangrijke conclusie op basis van de in dit artikel gepresenteerde analyses is dat het niet aan de richtlijnen voldoen van de wegkenmerken die het van de wegraken moeten voorkomen

(redresseerstroken 10%, semi-verharding 12% en ruime bogen 14%) in ruim een kwart van de bermongevallen als (zeer) waarschijnlijke ongevalsfactor wordt aangemerkt. Een te smalle obstakelvrije zone, het wegkenmerk dat de ernst van de afloop van een bermongeval moet beperken, is met 42% veruit de belangrijkste ongevalsfactor bij bermongevallen. Het optreden van deze ongevalsfactor gaat ook gepaard met het ernstigste letsel.

Uit onderzoek naar de kritische combinatie van zowel een te krappe boogstraal als een te smalle obstakelvrije zone blijkt dat de helft van de bermongevallen in of direct na het uitrijden van een bocht had plaatsgevonden. Van deze ongevalslocaties bleek in 37% van de ongevallen zowel de bocht een te krappe boogstraal te hebben als het dwarsprofiel een te smalle obstakelvrije zone. In 76% van die kritische combinaties was de krappe bocht bovendien niet volgens de richtlijnen aangekondigd of bebakend. In totaal blijkt één op de zeven bermongevallen te gebeuren in of kort na een bocht met een te krappe boogstraal, waarvan de obstakel vrije zone te krap is en de bebording en bebakening niet voldoet en waarvan tevens de bocht of obstakel vrije zone als ongevalsfactor zijn aangewezen. Bij een ontwerp en uitvoering van bochten volgens de richtlijnen zouden in potentie deze bermongevallen voorkomen kunnen worden.

De resultaten in dit artikel wijzen erop dat de huidige richtlijnen ten behoeve van de redresseerstroken, semi-verharding en veilige inrichting van bermen in een aanzienlijk deel van de ongevalslocaties niet zijn opgevolgd. Dit blijkt ook te gelden voor de richtlijnen ten behoeve van het ontwerp, bebakening en markering van bochten. Tegelijkertijd blijkt dat maatregelen ter voorkoming van ernstig letsel nuttig zijn: de ernstigste letsels zijn het gevolg van aanrijdingen van niet-botsvriendelijke obstakels die binnen de standaard (gewenste) obstakelvrije zone staan gegeven de snelheidslimiet van de betreffende wegen. Uit de dieptestudies naar bermongevallen blijkt dat de rol van het voertuig als ongevalsfactor weliswaar beperkt is, maar dat naast het wegontwerp ook de mens een belangrijke ongevalsfactor is bij het ontstaan van bermongevallen. De belangrijkste mens-gerelateerde ongevalsfactoren zijn afleiding (28%), vermoeidheid (14%) en een te hoge rijnsnelheid (23%) (zie Davidse et al, 2011; Davidse, 2011). Het blijkt dat bij de meeste bermongevallen een combinatie van mens- en wegfactoren een rol speelt. Slechts in enkele gevallen is de mens als enige ongevalsfactor aangemerkt. Een vergevingsgezinde weginrichting kan daarom bij de meeste situaties, ook waarbij de mens een van de factoren is, een belangrijke rol spelen in enerzijds het voorkomen van bermongevallen en anderzijds het beperken van letsel.

Op grond van de verkeerstechnische resultaten van de dieptestudies zijn de belangrijkste maatregelen: veilige snelheden, herkenbare en voorspelbare bochten, ruimte bieden voor correctie via redresseerstroken en semi-verharding, en niet-botsvriendelijke objecten verwijderen of afschermen wanneer deze binnen de standaard (gewenste) obstakelvrije zone staan.

Deze maatregelen betreffen met name de implementatie van bestaande richtlijnen. De naleving van deze richtlijnen kan worden verbeterd met behulp van audits en verkeersveiligheidsinspecties. Deze instrumenten dienen bij voorkeur verankerd te zijn in een kwaliteitssysteem. Verder verdient het aanbeveling nader onderzoek te verrichten naar de (kosten)effectiviteit van de maatregelen en naar de meer innovatieve maatregelen.

Referenties

- CROW (2002b). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom: stroomwegen*. Publikatie No. 164b. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- CROW (2002c). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom: gebiedsontsluitingswegen*. Publikatie No. 164c. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- CROW (2002d). *Handboek wegontwerp wegen buiten de bebouwde kom: erftoegangswegen*. Publikatie No. 164d. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- CROW (2004a). *Handboek veilige inrichting van bermen: niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom*. Publikatie No. 202. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- CROW (2005). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen*. Publikatie No. 207. C.R.O.W. kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.
- Davidse, R.J. (2012). Diepteonderzoek naar bermongevallen: nieuwe inzichten en aanknopingspunten voor beleid. Paper 2-568. Nationaal Verkeersveiligheidscongres 2012, Rotterdam.
- Davidse, R.J. (2007). *Diepteonderzoek naar de invloedsfactoren van verkeersongevallen: een voorstudie*. R-2007-1. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid 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*. R-2007-7. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Davidse, R.J. (red). (2011). *Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies. Resultaten van een dieptestudie*. R-2011-24. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid 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
- Dubbeldam, R. (red.) (2006). *NOA Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam.
- 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. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.
- Schepers, P. (2008). *Advies enkelvoudige ongevallen*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart (RWS DVS), Rotterdam.
- Schoon, C.C. (1997). *Roadside design in the Netherlands for enhancing safety*. Contribution to the conference 'Traffic Safety on Two Continents', Lisbon, Portugal, September 22-24, 1997. D-97-20. SWOV, Leidschendam.