Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017

Analyse van ongevals- en letselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen

R-2019-8

SWOV



Auteurs



Dr. R.J. Davidse



Ir. W.J.R. Louwerse



K. van Duijvenvoorde, BASc

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2019-8
Titel:	Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017
Ondertitel:	Analyse van ongevals- en letselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen
Auteur(s):	Dr. R.J. Davidse, ir. W.J.R. Louwerse & K. van Duijvenvoorde, BASc
Projectleider:	Dr. R.J. Davidse
Projectnummer SWOV:	E.18.26
Projectcode opdrachtgever:	4500277038
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Trefwoord(en):	Motorway; fatality; accident; cause; police; accident prevention; severity (accid, injury); in depth; method; evaluation (assessment); data acquisition; Netherlands, SWOV.
Projectinhoud:	Op verzoek van Rijkswaterstaat heeft het SWOV-team voor diepteonderzoek alle dodelijke ongevallen onderzocht die in 2017 op rijkswegen plaatsvonden. Aan de hand van politiegegevens en beeldmateriaal van de ongevalslocaties is voor elk ongeval nagegaan welke factoren een rol speelden bij het ontstaan en de afloop ervan. Vervolgens is nagegaan welke ongevalspatronen regelmatig terugkomen en welke factoren daarbij een belangrijke rol spelen. Dit rapport doet verslag van dat onderzoek.
Aantal pagina's:	41
Fotograaf:	Paul Voorham (omslag), Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2019

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid
Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

@swov_nl / @swov **linkedin.com**/company/swov

Samenvatting

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft SWOV onderzoek gedaan naar de dodelijke ongevallen die in 2017 op rijkswegen hebben plaatsgevonden. Het hoofddoel van het onderzoek was te leren van de ongevallen die plaatsvinden. Met die lessen kunnen maatregelen worden genomen om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen.

Het SWOV-team voor diepteonderzoek is aan de hand van politiegegevens en beeldmateriaal van de ongevalslocaties voor elk ongeval nagegaan welke factoren een rol speelden bij het ontstaan en de afloop van dat specifieke ongeval. Vervolgens is nagegaan welke ongevalspatronen regelmatig terugkomen en welke factoren daarbij een belangrijke rol spelen.

In 2017 waren er 63 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen. De ongevalstypen die het meest voorkwamen waren:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of greppel (n=25);
- kop-staartaanrijdingen (n=21), waarvan de helft in de staart van een file; en
- frontale aanrijdingen (n=8), waarvan vijf op enkelbaanswegen.

Deze ongevallen ontstonden door een combinatie van onoplettendheid of bewust risicogedrag van de weggebruiker en een weginrichting die weinig ruimte biedt voor menselijke fouten. In een klein deel van de ongevallen speelde ook een voertuigdefect een rol. De ernst van de afloop van het ongeval werd voor een belangrijk deel – gezien het grote aandeel bermongevallen – bepaald door de inrichting van de berm. Deze resultaten komen sterk overeen met de bevindingen over de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2016 die op vergelijkbare wijze zijn onderzocht (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018).

Op grond van de meest voorkomende factoren voor het ontstaan en de afloop van de bestudeerde ongevallen zijn kansrijke maatregelen geselecteerd die – een dodelijke afloop van – soortgelijke ongevallen in de toekomst zouden kunnen voorkomen. De nadruk lag daarbij op infrastructurele maatregelen omdat Rijkswaterstaat deze als wegbeheerder zelf kan implementeren. De meest kansrijke maatregel voor een aanzienlijke reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen is gericht op een obstakelvrije inrichting van bermen: bermen voorzien van een ruime obstakelvrije zone die past bij de snelheidslimiet ter plaatse, in combinatie met een flexibele afschermings-constructie aan het einde van de obstakelvrije zone (zie Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a).

Ook niet-infrastructurele maatregelen, zoals gedrags- en voertuigmaatregelen kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Wat het gedrag betreft zijn alcohol- en drugsgebruik, afleiding en een te hoge rijsnelheid de belangrijkste factoren waar aandacht aan besteed dient te worden. Daarnaast is er winst te behalen bij het (op de juiste wijze) dragen van de veiligheidsgordel. Van de overleden inzittenden waarvan het gordelgebruik bekend was, droeg een derde geen autogordel.

Het is verder belangrijk om te blijven leren van ongevallen door bij elk dodelijk ongeval na te gaan welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop ervan en met welke aanpassingen van de infrastructuur het dodelijke ongeval voorkomen had kunnen worden. Dit vraagt om een proactieve benadering en een open blik, waarbij niet de schuldvraag centraal staat maar een veilig verkeerssysteem voor de huidige en toekomstige gebruikers van rijkswegen.

Inhoud

1 Inleiding 7

2 Methode 8
2.1 Algemene werkwijze 8
2.2 De beschikbare informatie 8
2.2.1 Informatie van RWS-WVL 8
2.2.2 Politie-informatie 9
2.2.3 Openbare informatie 10
2.2.4 Beeldmateriaal van rijkswegen 10
2.3 Uitgevoerde analyses 10
2.4 Workshop 11

3 Resultaten 12
3.1 Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen 12
3.2 Algemene ongevalskenmerken 14
3.3 Ongevalstypen 17
3.3.1 Obstakelongevallen 18
3.3.2 Kop-staartaanrijdingen 18
3.3.3 Frontale aanrijdingen 19
3.3.4 Aanrijdingen van voetgangers 20
3.4 Aanleiding van ongevallen 20
3.4.1 De rol van de betrokken verkeersdeelnemers 21
3.4.2 De rol van de betrokken voertuigen bij het ontstaan van ongevallen 22
3.4.3 De rol van de infrastructuur bij het ontstaan van ongevallen 23
3.5 Factoren die de ernst van de afloop bepalen 23
3.5.1 Inrichting van bermen 23
3.5.2 Voertuigveiligheid 27
3.5.3 Gebruik van beveiligingsmiddelen 29

4 Conclusies en aanbevelingen 30
4.1 Conclusies 30
4.2 Aanbevelingen 31
4.2.1 Maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen 31
4.2.2 Maatregelen om de ernst van de afloop van ongevallen te verminderen 34
4.2.3 Blijven leren van ongevallen 36

Literatuur 38

1 Inleiding

In 2016 heeft SWOV voor Rijkswaterstaat onderzocht welke infrastructurele kenmerken en overige factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop van dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 (Stipdonk et al., 2016; Hoofdstuk 3). De directe aanleiding voor dat onderzoek was de stijging van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen in dat jaar. Rijkswaterstaat wilde de ontwikkelingen in ongevalsfactoren graag blijven monitoren. Daarom heeft SWOV ook de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2016 geanalyseerd (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018) en doet dit rapport verslag van de dodelijke ongevallen in 2017. Hierbij wil Rijkswaterstaat vooral inzicht krijgen in de mate waarin de infrastructuur een rol heeft gespeeld bij het ontstaan of de afloop van dodelijke ongevallen.

Het doel van het onderhavige onderzoek was dan ook om inzicht te krijgen in de factoren en omstandigheden die van invloed zijn op het ontstaan en de afloop van dodelijke ongevallen op rijkswegen. Met dat doel heeft SWOV alle door de politie geregistreerde dodelijke ongevallen bestudeerd die in 2017 op rijkswegen plaatsvonden. Dit rapport beschrijft de bevindingen. Waar mogelijk worden deze vergeleken met die van het onderzoek naar de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 en 2016.

In *Hoofdstuk 2* staat beschreven welke gegevens voor dit onderzoek zijn gebruikt en hoe deze zijn geanalyseerd. In *Hoofdstuk 3* volgen de resultaten. Daar wordt allereerst ingegaan op de meest voorkomende ongevalstypen, gevolgd door de factoren die een rol speelden bij het ontstaan van de ongevallen en de factoren die de ernst van de afloop bepaalden. In *Hoofdstuk 4* volgen de conclusies en enkele aanbevelingen om het ontstaan van ongevallen op rijkswegen en de dodelijke afloop ervan te voorkomen.

2 Methode

2.1 Algemene werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd op een vergelijkbare wijze als SWOV dat voor de dodelijke ongevallen uit 2016 heeft gedaan (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018). Bij de start van het onderzoek heeft Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) aan SWOV de informatie verstrekt die zij zelf, samen met de regionale organisatieonderdelen, had verzameld over dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2017 (zie *Paragraaf 2.2.1*). Het SWOV-team voor diepteonderzoek heeft die informatie aangevuld met politie-informatie (zie *Paragraaf 2.2.2*) en de informatie die op internet over deze ongevallen te vinden was (zie *Paragraaf 2.2.3*). Voor informatie over de ongevalslocaties is gebruikgemaakt van Google Maps en CycloMedia Globespotter. De laatstgenoemde applicatie is ook gebruikt om de breedte van het dwarsprofiel en de obstakelvrije zone te schatten (zie *Paragraaf 2.2.4*).

Op basis van deze informatie is het SWOV-team voor diepteonderzoek per ongeval nagegaan welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop van dat specifieke ongeval (zie *Paragraaf 2.3*). SWOV heeft haar eerste bevindingen gepresenteerd tijdens een workshop met vertegenwoordigers van de regionale organisatieonderdelen (verkeerveiligheidsadviseurs) en landelijke experts van Rijkswaterstaat (zie *Paragraaf 2.4*). Deze bevindingen hadden enerzijds betrekking op de kwaliteit van de door Rijkswaterstaat aangeleverde informatie – de analyse-rapporten – en anderzijds op de aard van de bestudeerde ongevallen en de mogelijke maatregelen om het ontstaan en de dodelijke afloop van deze ongevallen te voorkomen. Aan de hand van de feedback van de verkeersveiligheidsadviseurs en de landelijke experts heeft SWOV haar bevindingen verder uitgewerkt.

2.2 De beschikbare informatie

2.2.1 Informatie van RWS-WVL

RWS-WVL houdt voor haar eigen administratie bij welke dodelijke ongevallen plaatsvinden op rijkswegen. Per ongeval wordt onder meer geregistreerd waar en wanneer het ongeval plaatsvond, wat de maximumsnelheid was ten tijde van het ongeval, welke verkeersdeelnemer(s) als gevolg van het ongeval zijn overleden (man/vrouw en welke vervoerswijze), met wie of wat de verkeersdeelnemers in botsing kwamen, en of de infrastructuur ter plaatse een rol speelde bij het ontstaan of de afloop van het ongeval. Die laatste informatie wordt afgeleid uit de analyserapporten die de verkeersveiligheidsadviseurs van de regionale organisatieonderdelen opstellen als er een dodelijk ongeval op een rijksweg heeft plaatsgevonden. Deze analyserapporten geven een beknopte omschrijving van het ongeval, gevolgd door een analyse van de rol die de infrastructuur volgens de verkeersveiligheidsadviseur al dan niet heeft gespeeld bij het ontstaan en de afloop van dat ongeval. Afhankelijk van de uitkomst van die analyse wordt er in de analyserapporten ook ingegaan op maatregelen waarmee toekomstige ongevallen (op die locatie) voorkomen kunnen worden.

SWOV heeft voor het onderhavige onderzoek zowel het door RWS-WVL bijgehouden bestand met dodelijke ongevallen op rijkswegen ontvangen als de analyserapporten van de verkeers-veiligheidsadviseurs. Volgens het overzicht van Rijkswaterstaat hebben er in 2017 in totaal 72 dodelijke ongevallen op rijkswegen plaatsgevonden. Tien van deze ongevallen waren volgens Rijkswaterstaat geen verkeersongeval, maar het gevolg van een zelfmoordpoging of onwelwording. Voor 45 van de 62 ongevallen die door Rijkswaterstaat als verkeersongeval werden beschouwd, had een verkeersveiligheidsadviseur een inschatting gemaakt of de infrastructuur een rol had gespeeld bij het ontstaan of de afloop van het ongeval. Bij de andere 17 ongevallen ontbrak deze analyse in het rapport van de verkeersveiligheidsadviseur dat aan SWOV was verstrekt, of was er in het geheel geen rapport over dit ongeval aan SWOV verstrekt. Dit wil niet zeggen dat de analyse niet is uitgevoerd. Het is mogelijk dat de analyse op een later moment is uitgevoerd en het resultaat daarvan niet aan RWS-WVL is doorgegeven.

2.2.2 Politie-informatie

De politie registreert alle handelingen die ze verricht. Als agenten na een melding van een verkeersongeval ter plaatse gaan, registreren ze de situatie die ze hebben aangetroffen, welke zaken ze in beslag hebben genomen (zoals telefoons), of ze alcoholgebruik zijn nagegaan (inclusief resultaat) en werken ze eventuele verhoren uit. Bij ernstige verkeersongevallen worden de verkeersongevallenanalisten (VOA) van de politie ingeschakeld. Zij leggen de ongevalssituatie vast, inspecteren de voertuigen die bij het ongeval betrokken waren (met onder andere aandacht voor de technische staat van het voertuig, en het gebruik van voertuigverlichting en beveiligings-middelen) en beantwoorden aan de hand daarvan de vragen van hun collega's van de basispolitiezorg (BPZ). Afhankelijk van de wensen van het Openbaar Ministerie werken de verkeersongevallenanalisten hun bevindingen uit in een uitgebreid of beknopt proces-verbaal.

De algemene registratie van het verkeersongeval zoals geregistreerd door de BPZ – kenmerken van de locatie en de betrokken personen en voertuigen – wordt doorgestuurd naar Rijkswaterstaat en komt uiteindelijk in het Bestand geRegistreerde Ongevallen Nederland (BRON) terecht.
De door de BPZ uitgevoerde acties en het resultaat daarvan, zoals de verhoren, komen in het incidentregistratiesysteem van de politie terecht (BVH: basisvoorziening handhaving). De resultaten van het onderzoek van de verkeersongevallenanalisten (VOA) worden door henzelf gearchiveerd.

Voor het onderhavige onderzoek had SWOV de beschikking over BRON en de aanvullende informatie die de politie (BPZ en VOA) registreerde over dodelijke ongevallen die in 2017 op rijkswegen hadden plaatsgevonden. Voor de ontvangst van die aanvullende informatie heeft SWOV toestemming gevraagd en gekregen van het ministerie van Justitie en Veiligheid.

Volgens BRON vonden er in 2017 op rijkswegen 69 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 77 verkeersdeelnemers zijn overleden. Voor elk van deze 69 ongevallen heeft SWOV de informatie uit BVH ontvangen, waaronder de uitgewerkte verhoren; deze verhoren waren beschikbaar voor 59 van 69 ongevallen. Daarnaast heeft SWOV voor 68 van de 69 verkeersongevallen informatie van de VOA ontvangen. Bij het enige ongeval waar dat niet het geval was, had de VOA geen onderzoek verricht. De inhoud van de VOA-rapporten of processen-verbaal van bevindingen varieerde van een beknopte beantwoording van specifieke vragen van de BPZ tot een uitgebreide analyse van het ontstaan en de afloop van een ongeval.

2.2.3 Openbare informatie

Websites van regionale omroepen en hulpverleningsinstanties doen vaak verslag van dodelijke ongevallen die hebben plaatsgevonden. Daarbij worden soms ook foto's of filmpjes geplaatst die vlak na het ongeval zijn gemaakt. Dergelijk beeldmateriaal kan aanvullende informatie opleveren over de situatie op het moment van het ongeval. Rijkswaterstaat verzamelt deze media-informatie standaard in haar documentatie over dodelijke ongevallen. Voor die ongevallen waar nog geen media-informatie voorhanden was, heeft het SWOV-team deze informatie nagezocht en opgeslagen voor gebruik bij de ongevallenanalyses.

2.2.4 Beeldmateriaal van rijkswegen

Detailinformatie over de inrichting van de weg is verkregen via Google Maps en Globespotter (CycloMedia). Beide tools zijn onder andere gebruikt voor:

- het bekijken van het wegverloop in aanloop tot de ongevalslocatie;
- het opmeten van de breedte van het dwarsprofiel en van de obstakelvrije zone, d.w.z. de afstand van obstakels tot de rijbaan (gemeten vanaf de binnenkant van de kantmarkering van de buitenste rijstrook);
- het nagaan van de geldende snelheidslimiet op enkele ongevalslocaties, zoals aangegeven op borden of hectometerpaaltjes.

2.3 Uitgevoerde analyses

Twee ervaren leden van het SWOV-team voor diepteonderzoek hebben de bovengenoemde informatie bestudeerd. Het ene teamlid – civiel ingenieur – heeft zich geconcentreerd op de inrichting van de weg en de analyserapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs. Het andere teamlid – verkeerspsycholoog – heeft zowel de analyserapporten als de politie-informatie doorgenomen en heeft op basis daarvan de algemene ongevalskenmerken beschreven en in kaart gebracht welke factoren een rol speelden bij het ontstaan en de afloop van het ongeval. De beide teamleden hielden elkaar op de hoogte van hun bevindingen per ongeval, waarna de resultaten zijn samengevoegd. Zo combineerde de verkeerspsycholoog de bevindingen van de ingenieur over infrastructurele factoren die een rol speelden bij het ontstaan en de afloop van het ongeval, met de mens- en voertuigfactoren die bij datzelfde ongeval een rol speelden. Waar nodig is ook de voertuigspecialist van het team geconsulteerd. Tijdens het doornemen van de beschikbare informatie is tevens bepaald of alle ongevallen die RWS-WVL had aangeleverd en/of die in BRON zijn opgenomen, volgens de officiële definitie daadwerkelijk verkeersongevallen zijn (zie *Paragraaf 3.1*). In totaal bleken er in 2017 op rijkswegen 63 verkeersongevallen te hebben plaatsgevonden.

Aan de hand van de bevindingen is vervolgens per ongeval beschreven in welke omstandigheden het ongeval plaatsvond (licht- en weersomstandigheden, toestand wegdek), op welk type rijksweg (snelheidslimiet en bijzonderheden zoals het ontbreken van een rijbaanscheiding), welke voertuigen en verkeersdeelnemers erbij betrokken waren, en wie er als gevolg van het ongeval zijn overleden of met letsel naar het ziekenhuis zijn vervoerd. Vervolgens hebben de teamleden bepaald wat het type ongeval was en welke factoren een rol speelden bij het ontstaan en de afloop ervan. Voor de ongevalstypen is de volgende indeling gehanteerd:

- eenzijdig ongeval (zonder botsing met een andere verkeersdeelnemer of obstakel);
- obstakelongeval;
- kop-staartbotsing;
- frontale botsing;
- voetgangerongeval;
- overig.

Bij het identificeren van de ongevals- en letselfactoren is onderscheid gemaakt tussen:

- de algemene omstandigheden op het moment van het ongeval (weersomstandigheden, filevorming);
- het gedrag van de bestuurders van de voertuigen;
- de inrichting van de weg inclusief de naastgelegen bermen;
- de technische staat van het voertuig;
- de aanwezigheid en het gebruik van veiligheidsmiddelen.

Per ongeval kunnen meerdere factoren een rol hebben gespeeld bij zowel het ontstaan als de afloop van het ongeval. Alleen die factoren zijn gerapporteerd waarvan bewijs voorhanden was. Dat bewijs kan variëren van een verklaring van de bestuurder, de uitslag van een bloedanalyse (alcohol en drugs), de berekening van de rijsnelheid door de VOA, fotomateriaal (zoals van gordels, airbags of de eindpositie van een voertuig) of een meting van de afstand van een obstakel tot de binnenkant van de kantmarkering.

Voor de obstakelongevallen waarbij een weggebruiker in de berm in botsing is gekomen met een niet-botsveilig object, zoals een boom of greppel, is nagegaan wat de afstand van het obstakel is tot de binnenkant van de kantmarkering. Met die informatie is nagegaan of de breedte van de obstakelvrije zone voldeed aan de huidige richtlijnen of oudere richtlijnen. Huidige richtlijnen schrijven 6 m voor bij een ontwerpsnelheid van 80 km/uur, 10 m bij een ontwerpsnelheid van 90 km/uur en 13 m bij een ontwerpsnelheid van 120 km/uur [CROW, 2004; NOA-2007 (AVV, 2007) en ROA2017 met de bijbehorende richtlijn voor een veilige inrichting van bermen (Rijkswaterstaat, 2017a; 2017b)]. Oudere richtlijnen (ROA-1993) schreven 10 m voor bij een ontwerpsnelheid van 90 of 120 km/uur (AVV, 1993).

Op grond van veelvoorkomende factoren voor het ontstaan en de afloop van de bestudeerde ongevallen hebben de teamleden vervolgens kansrijke maatregelen geïdentificeerd. De nadruk lag daarbij op infrastructurele maatregelen omdat Rijkswaterstaat deze als wegbeheerder zelf kan implementeren.

2.4 Workshop

De resultaten van de analyses zijn tijdens een workshop voorgelegd aan en besproken met verkeersveiligheidsadviseurs van de regionale organisatieonderdelen en een aantal landelijke experts van Rijkswaterstaat. Tijdens deze workshop zijn enkele resultaten uitgelicht en is besproken wat de voor- en nadelen zijn van mogelijke maatregelen ter verbetering van de veiligheid op rijkswegen. Daarnaast is ingegaan op de mogelijkheden die de analyserapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs van Rijkswaterstaat bieden voor een proactieve benadering om de veiligheid op rijkswegen verder te verbeteren. De workshop bood de gelegenheid om individuele ongevallen te bespreken – wat in een openbare rapportage vanwege de vertrouwelijkheid van de gegevens niet mogelijk is – en om feedback te geven op de analyserapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs.

3 Resultaten

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de analyses van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2017. Allereerst gaan we in op de selectie van te analyseren ongevallen. De verschillende geraadpleegde bronnen leverden namelijk verschillende aantallen dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen. In *Paragraaf 3.1* gaan we op basis van de definitie van een dodelijk verkeersongeval na welke ongevallen we wel en welke we niet analyseren. Vervolgens geven we in *Paragraaf 3.2* een overzicht van de algemene kenmerken van de geanalyseerde ongevallen. In *Paragraaf 3.3* brengen we de ongevallen onder in verschillende ongevalstypen en beschrijven we het ongevalsverloop van deze ongevallen en de voertuigen die erbij betrokken waren. De factoren die een rol speelden bij het ontstaan van de ongevallen komen in *Paragraaf 3.4* aan bod, met achtereenvolgens aandacht voor 1) het gedrag van de verkeersdeelnemers, 2) hun voertuigen, en 3) de inrichting van de weg. Tot slot gaan we, in *Paragraaf 3.5*, in op de factoren die een rol speelden bij de dodelijke afloop van de bestudeerde ongevallen: de inrichting van bermen, voertuigveiligheid en het gebruik van beveiligingsmiddelen.

Waar mogelijk worden de resultaten in dit hoofdstuk vergeleken met die van de analyse van dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2015 en 2016**, zoals gerapporteerd in respectievelijk Hoofdstuk 3 van Stipdonk et al. (2016) en door Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde (2018). De analyse van ongevallen die in 2015 plaatsvonden was minder uitgebreid dan die van latere jaren. In de meeste gevallen wordt dan ook uitsluitend een vergelijking gemaakt tussen de resultaten over 2016 en 2017.

3.1 Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen

In 2017 vielen er als gevolg van verkeersongevallen op Nederlandse wegen in totaal 613 doden. Volgens de officiële internationale definitie is er sprake van een dodelijk verkeersongeval als er bij een ongeval ten minste één bewegend voertuig betrokken was dat op een openbare weg reed, en het ongeval tot letsel heeft geleid bij ten minste één persoon, die als gevolg van dat letsel binnen 30 dagen na het ongeval is overleden. Een zelfmoord of poging tot zelfmoord is geen verkeersongeval, tenzij deze tot letsel leidt bij een andere verkeersdeelnemer (UNECE, 2009; Derriks & Driessen, 1994). Als een verkeersdeelnemer na een onwelwording bij een enkelvoudig ongeval komt te overlijden, dan is het alleen een verkeersongeval als de verkeersdeelnemer aan zijn verwondingen overlijdt. Als hij als gevolg van de onwelwording overlijdt en daarna bijvoorbeeld in de berm tegen een boom tot stilstand komt is het geen verkeersongeval. Loopt een andere verkeersdeelnemer letsel op als gevolg van de onwelwording, dan is dat wel een verkeersslachtoffer.

Volgens het overzicht van RWS-WVL hebben er in 2017 in totaal 72 dodelijke ongevallen op rijkswegen plaatsgevonden, waarbij 81 doden te betreuren waren. Tien van deze 72 ongevallen zouden volgens Rijkswaterstaat niet voldoen aan de definitie van een verkeersongeval, omdat hier sprake zou zijn van zelfmoord of onwelwording. Daarmee zouden er 62 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen hebben plaatsgevonden, waarbij 70 doden te betreuren waren.

Volgens het Bestand geRegistreerde Ongevallen Nederland (BRON), dat gebaseerd is op de verkeersongevallen die de politie heeft geregistreerd, vonden er in 2017 op rijkswegen 69 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 77 verkeersdeelnemers zijn overleden.

Het verschil tussen het aantal dodelijke ongevallen volgens het bestand van RWS-WVL (72) en BRON (69) is mogelijk doordat de bestanden met een verschillend doel en op basis van andere bronnen zijn samengesteld. Op voorhand kan niet worden gesteld dat het ene bestand beter is dan het andere. Zo is van BRON bekend dat het niet alle verkeersdoden bevat die het gevolg zijn van dodelijke verkeersongevallen die in Nederland plaatsvonden (zie bijvoorbeeld Houwing, 2017). Het officiële aantal verkeersdoden wordt gebaseerd op de doodsoorzakenstatistiek van het CBS en ligt hoger dan het totaal aantal verkeersdoden volgens BRON. De doodsoorzakenstatistiek bevat echter geen details over het ongeval, zoals de exacte ongevalslocatie of de wegbeheerder, en kan daarmee niet worden gebruikt om het werkelijke aantal dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen te bepalen.

Om te bepalen of alle ongevallen op rijkswegen uit het bestand van RWS-WVL en BRON voldoen aan de definitie van een dodelijk verkeersongeval, heeft het SWOV-team alle ongevallen uit beide bestanden doorgenomen. Op basis van de aanvullende informatie van de politie heeft het team geconcludeerd dat van de 72 dodelijke ongevallen uit het bestand van Rijkswaterstaat er 61 daadwerkelijk dodelijke verkeersongevallen waren die op een rijksweg hadden plaatsgevonden.

Van de ongevallen uit BRON concludeerde het SWOV-team dat vijf ongevallen gezien de aanleiding hoogstwaarschijnlijk geen verkeersongeval betroffen. Deze ongevallen stonden ook in het overzicht van RWS-WVL. Drie andere ongevallen, die wel in BRON zaten maar niet in het overzicht van RWS-WVL hadden niet op een rijksweg plaatsgevonden en bovendien was geen van de betrokken verkeersdeelnemers de locatie van een rijksweg genaderd (zoals bij een ongeval tussen een afrit en een weg van het onderliggend wegennet). Daarentegen waren twee andere ongevallen die wel in BRON maar niet in het RWS-WVL bestand zaten, wel degelijk een dodelijk verkeersongeval dat op een rijksweg had plaatsgevonden. Andersom zaten twee andere verkeersongevallen wel in het bestand van RWS-WVL maar niet in BRON. Het SWOV-team heeft deze ongevallen toegevoegd aan de set van te bestuderen ongevallen. Deze set bevatte daarmee 63 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen als gevolg waarvan 71 verkeersdoden te betreuren waren (zie *Tabel 3.1*).

Tabel 3.1. Aantal geanalyseerde dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017 naar herkomst van de data.

Ongevallen	Bestand RWS-WVL	BRON
Totaal aantal ongevallen opgenomen in dit bestand	72	69
Geen verkeersongeval volgens de officiële definitie of niet op een rijksweg	11	8
Ongevallen uit het bestand die zijn meegenomen in de analyse	61	61
Verkeersongevallen die alleen in het andere bestand zaten	2	2
Totaal aantal geanalyseerde verkeersongevallen	63	63

3.2 Algemene ongevalskenmerken

Als referentiekader wordt in deze paragraaf beschreven wat de algemene kenmerken zijn van de dodelijke ongevallen op rijkswegen: op welke wegen vonden ze plaats, in welke lichtomstandigheden, welke verkeersdeelnemers kwamen door het ongeval te overlijden en wat voor botsing – met welk type voertuig of object – ging daaraan vooraf. Omdat het om een relatief klein aantal ongevallen gaat, worden er geen exacte percentages gegeven. De kans op fluctuaties is bij dergelijke kleine aantallen namelijk te groot. De aantallen zijn vooral bedoeld om een globaal beeld van de onderlinge verhoudingen in ongevalskenmerken te krijgen. In een aantal gevallen worden de verhoudingen vergeleken met referentiecijfers, zoals de mobiliteit van groepen verkeersdeelnemers en weglengtes met een bepaalde snelheidslimiet. Het is echter lastig om een waardeoordeel over eventuele verschillen met referentiecijfers te geven in termen van risico's. Het is immers niet alleen het aantal kilometers weglengte – of voertuigen van een bepaald type – dat een rol speelt, maar ook het aantal voertuigen dat er rijdt – of het aantal kilometers dat er met die voertuigen gereden wordt. Het hoofddoel van dit rapport is ook niet om uitspraken te doen over risico's, maar te leren van de ongevallen die plaatsvinden. Met die lessen kunnen maatregelen worden genomen om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen.

Snelheidslimiet ter plaatse

Ruim een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen (25 van de 63) vond plaats bij een op dat moment geldende snelheidslimiet van 130 km/uur. Een kwart vond plaats bij een snelheidslimiet van 120 km/uur. Dit geldt zowel voor **2017** als **2016**. Volgens cijfers van Rijkwaterstaat had 54% van de rijkswegen (in km weglengte) op 1 januari 2017 een 'vaste' maximale snelheidslimiet van 130 km/uur; 7% had een variabele limiet (100/130 of 120/130). Op 20% van de rijkswegen gold een snelheidslimiet van 120 km/uur.

Tabel 3.2. Snelheidslimiet op het moment van het ongeval.

Snelheidslimiet	Aantal in 2017	Aantal in 2016
Tijdelijke limietverlaging vanwege werkzaamheden (50-70 km/uur)	1	4
Limiet lokaal lager dan 100 km/uur vanwege bijzondere situatie (boog, toe-/afrit of benzinestation, fietspad in beheer van Rijk)	3	3
70 km/uur	2	2
80 km/uur	4	7
100 km/uur	13	12
120 km/uur	15	19
130 km/uur	25	26
Totaal	**63**	**73**

Licht- en weersomstandigheden op het moment van het ongeval

De lichtomstandigheden op het moment van het ongeval zijn weergegeven in *Tabel 3.3*. Iets meer dan de helft van de ongevallen vond plaats bij daglicht. Van de 23 ongevallen die in **2017** bij duisternis plaatsvonden en de 6 die bij ochtend- of avondschemer plaatsvonden, brandde bij 12 ongevalslocaties de openbare verlichting. Bij 3 andere locaties was ook openbare verlichting aanwezig, maar deze was op 1 locatie uitgeschakeld (tussen 23:00 en 5:00 uur) en bij 2 andere locaties was het niet bekend of de aanwezige verlichting brandde. Op 14 ongevalslocaties was geen openbare verlichting aanwezig. De situatie in 2017 is vergelijkbaar met die in 2016.

Tabel 3.3. Licht-omstandigheden op het moment van het ongeval.

Lichtomstandigheden	Aantal in 2017	Aantal in 2016
Daglicht	34	42
Donker/schemer met brandende openbare verlichting	12	9
Donker/schemer met openbare verlichting maar onbekend of deze brandde	2	2
Donker/schemer zonder brandende openbare verlichting (uitgezet)	1	2
Donker/schemer zonder openbare verlichting	14	18
Totaal	**63**	**73**

Driekwart van de ongevallen vond plaats bij droge weersomstandigheden. Bij 13 ongevallen viel er (vermoedelijk) neerslag in de vorm van regen of sneeuw, en eenmaal was er sprake van dichte mist. Bij een kwart van de ongevallen was het wegdek nat, en twee ongevallen vonden plaats op glad wegdek vanwege bevriezing. In het geval van regen heeft ZOAB (zeer open asfalt beton) als voordeel dat er minder spatwater ontstaat; daardoor behouden weggebruikers het zicht op voorliggend verkeer. Helaas kunnen we geen uitspraken doen over de combinatie van regen en type wegdek, omdat de politie-informatie niet altijd vermeldde op welk type wegdek het ongeval had plaatsgevonden; bij een derde van de ongevalslocaties ontbrak deze informatie.

Kenmerken van de overleden verkeersdeelnemers

Tabel 3.4 geeft de leeftijd van de overleden verkeersdeelnemers weer. Onder kinderen (0- t/m 17-jarigen) zijn relatief weinig dodelijke slachtoffers gevallen, zo blijkt als we hun aandeel (3%) vergelijken met het aandeel van deze groep in de totale automobiliteit (9%). Dit geldt voor 2017, maar ook voor 2016. Bij de 70-plussers is sprake van een heel ander beeld. In **2016** lag het aantal slachtoffers onder 70-plussers (21%) veel hoger dan op grond van hun automobiliteit verwacht zou worden (6%). In **2017** is het aandeel ouderen onder de verkeersdoden op rijkswegen echter veel kleiner, en gelijk aan hun aandeel in de totale automobiliteit (6%). Dit grote verschil bevestigt dat we voorzichtig moeten zijn met het verbinden van conclusies aan verschillen tussen categorieën van ongevalskenmerken (van verkeersdeelnemers, voertuigen of ongevalslocaties). Zoals reeds aan het begin van deze paragraaf vermeld, is de kans op toevallige fluctuaties groot vanwege de kleine aantallen ongevallen.

Net als in 2016 kwamen er in 2017 drie keer zoveel mannen als vrouwen om het leven op rijkswegen (*Tabel 3.4*). Landelijk gezien leggen mannen als auto-inzittende (bestuurder of passagier) ongeveer anderhalf keer zoveel kilometer af als vrouwen. Dit duidt erop dat er onder mannen relatief veel dodelijke slachtoffers op rijkswegen vallen. Dit is mogelijk deels te verklaren door een groter aandeel van de kilometers die zij op rijkswegen afleggen. Hierover zijn echter geen cijfers beschikbaar.

Tabel 3.4.Leeftijd van de verkeersdeelnemers die in 2017 overleden als gevolg van een verkeersongeval op een rijksweg.

Leeftijd	Man	Vrouw	Totaal
0-17 jaar	1	1	2
18-24 jaar	9	3	12
25-29 jaar	8	2	10
30-39 jaar	12	6	18
40-49 jaar	9	2	11
50-59 jaar	5	1	6
60-69 jaar	8	0	8
70-79 jaar	2	0	2
80+	0	2	2
Totaal	**54**	**17**	**71**

Tabel 3.5 laat zien dat twee derde van de verkeersdeelnemers die als gevolg van het ongeval kwamen te overlijden, inzittenden waren van een personenauto. In vergelijking met **2016** kwamen er in **2017** meer motorrijders om op rijkswegen. Het aantal verkeersdoden onder voetgangers lag daarentegen lager. In *Paragraaf 3.3.4* gaan we nader in op de kenmerken van deze aanrijdingen van voetgangers.

Tabel 3.5. Vervoerswijze van de op rijkswegen overleden verkeersdeelnemers.

Vervoerswijze overleden slachtoffer	Aantal in 2017	Aantal in 2016
Voetganger	4	8
Fietser	1	1
Motorrijder	8	5
Personenauto (incl. passagiers)	45	56
Bestelauto	8	6
Vrachtauto/Trekker met oplegger	5	4
Totaal	**71**	**80**

Voertuig of object waarmee men in botsing kwam

Het voertuig of object waarmee het voertuig van de overleden verkeersdeelnemer in botsing kwam, was ongeveer even vaak een personen- of bestelauto als een vrachtauto, allebei iets minder dan een derde deel van de ongevallen (zie *Tabel 3.6*). De vrachtautochauffeurs kwamen alle vijf te overlijden als gevolg van een kop-staartaanrijding met een andere vrachtauto.

De objecten waarmee de andere voertuigen in botsing kwamen – al dan niet na een eerdere botsing met een voertuig – vertegenwoordigen ruim een derde van de ongevallen die tot één of meer verkeersdoden leidden. Daarbij zijn zowel de botsveilige objecten (geleiderails) als niet-botsveilige obstakels meegenomen. De kans op een dodelijke botsing met de laatstgenoemde obstakels neemt toe naarmate deze dichter op de rijbaan staan. In *Paragraaf 3.5.1* gaan we nader in op deze afstand. Op die plaats gaan we ook nader in op de rol die de geleiderails hebben gespeeld bij de dodelijke afloop van de betreffende ongevallen. Een vergelijking van de verdeling naar botspartner in 2017 en 2016 (*Tabel 3.6*) leert dat deze min of meer vergelijkbaar is.

Tabel 3.6. Voertuig of object waarmee het voertuig van de overleden verkeersdeelnemer of een voetganger in botsing kwam. Bij meerdere aanrijdingen binnen één ongeval is dat voertuig of object gekozen dat hoogstwaarschijnlijk tot de dodelijke afloop heeft geleid.

Botspartner/object	Aantal in 2017	Aantal in 2016
Geen botspartner of object (eenzijdig ongeval)	1	0
Object of obstakel	25	23
Geleiderail	7	7
Boom	6	5
Vast obstakel anders dan boom (zoals pijler of wegwijzer)	3	3
Talud/greppel/geluidsscherm	7	5
Watergang	2	3
Brom-/snorfiets	1	0
Personenauto	15	20
Bestelauto	1	2
Vrachtauto/Trekker met of zonder oplegger	19	25
Overig zwaar verkeer (bus of landbouwvoertuig)	1	3
Totaal	**63**	**73**

3.3 Ongevalstypen

Alle 63 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen zijn op basis van de beschikbare informatie getypeerd. Daarbij is onderscheid gemaakt naar eenzijdige ongevallen, obstakelongevallen, kop-staartaanrijdingen, frontale aanrijdingen, voetgangerongevallen en overige ongevallen, zoals flankongevallen op kruispunten met het onderliggende weggennet. In *Tabel 3.7* wordt de verdeling naar ongevalstype weergegeven. Daar waar sprake was van een combinatie van aanrijdingen, zoals een kop-staartaanrijding gevolgd door een botsing met een obstakel in de buitenberm, was die met de grootste impact doorslaggevend voor het ongevalstype.

Obstakelongevallen waren het meest voorkomende ongevalstype met een dodelijke afloop in **2017** op rijkswegen, gevolgd door kop-staartaanrijdingen. Uit *Tabel 3.7* valt af te leiden dat deze ongevalstypen ook in **2016 en 2015** het meest voorkwamen. Voetgangerongevallen met dodelijke afloop kwamen in **2017** minder vaak voor dan in voorgaande jaren, evenals de flankongevallen en andere ongevallen in de restcategorie. Dit komt waarschijnlijk deels doordat in 2017 meer informatie beschikbaar was over de bestudeerde ongevallen, waardoor het ongevalstype beter te bepalen was.

Tabel 3.7. Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen naar ongevalstype.

Type ongeval	Aantal ongevallen in 2017	Aantal ongevallen in 2016	Aantal ongevallen in 2015
Eenzijdig	1	0	5
Obstakel / geleiderail	25	21	28
Kop-staart	21	27	16
Frontaal	8	10	6
Voetganger	4	8	7
Overig/onbekend	4	7	13
Totaal	**63**	**73**	**75**

In de volgende paragrafen geven we een algemene beschrijving van de ongevallen van de vier meest voorkomende ongevalstypen in 2017: obstakelongevallen, kop-staartaanrijdingen, frontale aanrijdingen en voetgangerongevallen.

3.3.1 Obstakelongevallen

Ruim een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2017 was het gevolg van een aanrijding met een geleiderail of obstakel. Een kleine meerderheid van deze ongevallen begon op rijstrook 1, tellend vanaf de linkerzijde van de rijbaan (bij de middenberm). Nadat de bestuurder van het voertuig een verkeerde manoeuvre had gemaakt, een ander voertuig had geschampt of om een andere reden van de weg was geraakt, is hij in de buitenberm met een – al dan niet botsveilig – object gebotst, of in de middenberm in botsing gekomen met een geleiderail of obstakel. In *Paragraaf 3.5.1* wordt uitgebreid ingegaan op de objecten waarmee de bestuurders – hoofdzakelijk automobilisten – in botsing kwamen en op welke afstand van de rijbaan deze objecten stonden; aspecten die van invloed zijn op de ernst van de afloop van het ongeval. De aanleiding voor het in de berm raken varieerde van een te hoge rijsnelheid in een bocht, vermoeidheid en gladheid tot het uitwijken voor een andere weggebruiker of onjuist terug sturen na een inhaalmanoeuvre. In meer dan de helft van de gevallen is de directe aanleiding van het in de berm raken echter onbekend. De enige persoon die informatie zou kunnen verschaffen over de aanleiding van het ongeval is bij het ongeval overleden en de juridische noodzaak om de oorzaak op andere wijze te achterhalen ontbreekt daardoor (zie ook *Paragraaf 3.4.1*). Overigens heeft de politie bij diverse ongevallen wel een aantal oorzaken kunnen uitsluiten, zoals telefoongebruik of alcoholgebruik. Dat is echter lang niet bij alle ongevallen het geval.

3.3.2 Kop-staartaanrijdingen

De 21 dodelijke kop-staartaanrijdingen vonden in **2017** ongeveer even vaak in de staart van de file als zonder file plaats. De overleden verkeersdeelnemer zat twee keer zo vaak in het voertuig dat achterop reed (n=14) als in het voertuig dat van achteren werd aangereden (n=6). Bij één ongeval kwamen de bestuurders van beide voertuigen te overlijden.

Bij 9 van de 21 kop-staartaanrijdingen in **2017** reed een voertuig – veelal zonder te remmen – in op een file. Deze ongevallen vonden nagenoeg allemaal (8 van de 9) plaats op rijstrook 2, de rechter rijstrook in het geval van een rijbaan met twee rijstroken. Ook wanneer alle kop-staartaanrijdingen worden beschouwd, blijken verreweg de meeste ongevallen (17 van de 21) op rijstrook 2 plaats te vinden. Waarom men de file niet heeft opgemerkt is in de helft van de gevallen onbekend. Bij de andere vier ongevallen lijkt afleiding een rol te hebben gespeeld; in de vorm van mentale afleiding (zorgen) of door activiteiten die niet met de rijtaak te maken hebben. Daarnaast heeft bij vier ongevallen vermoedelijk meegespeeld dat het zicht op de staart van de file beperkt werd door een boog of viaduct.

Drie van de negen locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond waren voorzien van verkeerssignalering (matrixborden). Deze verkeerssignalering stond echter in twee van de drie gevallen uit; de signalering was na installatie nog niet in bedrijf. Twee andere locaties stonden wel bekend als filegevoelig maar waren niet voorzien van verkeerssignalering.

Ook in **2016** en **2015** vond ongeveer de helft van de kop-staartaanrijdingen plaats bij de staart van een file. Ook toen was een derde van de locaties waar een filegerelateerde kop-staart-aanrijdingen plaatsvond voorzien van verkeerssignalering. In drie van de acht gevallen stond deze signalering uit. Bij drie, deels dezelfde locaties werd het zicht op de filestaart beperkt door een viaduct.

De aanleiding van de 12 kop-staartaanrijdingen in **2017** waarbij geen sprake was van een file, varieerde van rijtaakgerelateerde afleiding (tweemaal), een hoge rijsnelheid van degene die achterop een voorligger reed (driemaal) of een snelheid van een voorganger die ruim onder de

snelheidslimiet lag (driemaal), tot onjuiste verlichting van de voorganger (eenmaal), alcoholgebruik (tweemaal) en/of onwelwording (eenmaal). Voor twee ongevallen was het onbekend wat de aanleiding van het ongeval was. Bij twee andere ongevallen was sprake van een technisch defect aan een voertuig dat op een reguliere rijstrook stilstond. Negen van de 12 kop-staartaanrijdingen zonder file vonden plaats in het donker, hoewel de openbare verlichting bij drie locaties brandde. Deze lichtomstandigheden kunnen eveneens hebben bijgedragen aan het te laat opmerken van de voorganger.

In **2016** was bij zeven van de 14 kop-staartongevallen zonder file sprake van roekeloos rijgedrag (hoge rijsnelheid en/of rechts inhalen), alcoholgebruik of vermoeidheid van de bestuurder die achterop een voorganger reed. Bij drie andere ongevallen was er sprake van een voertuigdefect van het voertuig dat van achteren werd aangereden (zie ook *Paragraaf 3.4*).

3.3.3 Frontale aanrijdingen

De frontale aanrijdingen waren hoofdzakelijk aanrijdingen op enkelbaanswegen (n=5) en spookrijongevallen (n=2). Daarnaast vond er één frontaal ongeval plaats tussen een fietser en bromfietser die op een tweerichtingenfietspad reden dat in beheer is van het Rijk.

Frontale aanrijdingen op enkelbaanswegen

In **2017** vonden vijf van de in totaal acht *frontale ongevallen* plaats op een enkelbaansweg (limiet tweemaal 80 en driemaal 100 km/uur) waar de rijrichtingen uitsluitend gescheiden waren door een (dubbele) asmarkering, al dan niet met groene vulling. Al deze ongevallen ontstonden doordat een automobilist – om onbekende reden – op de andere weghelft terechtkwam en daar in botsing kwam met een tegenligger. In drie van de vijf gevallen was de tegenligger een zwaar voertuig (vrachtauto, bus) en tweemaal een personenauto. Als gevolg van deze vijf frontale ongevallen op enkelbaanswegen kwamen zes inzittenden te overlijden en raakten vier inzittenden (ernstig) gewond. Vijfmaal betrof het overleden slachtoffer de automobilist die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen, en eenmaal ook degene waarmee hij in botsing was gekomen. De vier gewonden waren eveneens inzittenden van het andere voertuig.

De ongevallen uit 2015 en 2016 gaven eenzelfde beeld. In **2016** vonden acht van de in totaal tien *frontale ongevallen* plaats op een enkelbaans autoweg (limiet tweemaal 80 en zesmaal 100 km/uur). Bij vijf van deze acht ongevallen was de tegenligger een zwaar voertuig (vrachtauto, bus of landbouwvoertuig) en driemaal een personenauto. Als gevolg van deze acht frontale ongevallen op enkelbaanswegen kwamen tien inzittenden te overlijden. Zevenmaal was dit de automobilist die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen, eenmaal ook zijn passagier en een tegenligger, en eenmaal kwam alleen de bestuurder van de tegemoetkomende auto te overlijden. Daarnaast raakten in totaal drie inzittenden ernstig gewond. In **2015** vonden twee vergelijkbare frontale ongevallen plaats. Beide vonden plaats op een 100km/uur-weg met dubbele asmarkering met groene vulling. Als gevolg van deze twee frontale ongevallen kwamen twee verkeersdeelnemers te overlijden en raakten er vijf gewond.

Spookrijongevallen

Twee andere dodelijke frontale ongevallen in **2017** betroffen een aanrijding met een *spookrijder*. In beide gevallen was het een jonge automobilist die zeer waarschijnlijk via een afrit de autosnelweg is opgereden. In één van beide gevallen heeft de bewegwijzering van een omleidingsroute samen met de layout van een verkeerslicht (vallende pijl) vermoedelijk een rol gespeeld bij het abusievelijk oprijden van de afrit van de autosnelweg. Bij deze twee ongevallen kwamen vier mensen om het leven; alle betrokkenen zaten alleen in de auto. .

In **2016** vonden er eveneens twee spookrijongevallen plaats. In beide gevallen was de spookrijder een oudere automobilist die zeer waarschijnlijk via een afrit de autosnelweg is opgereden. De inrichting van de afrit heeft dat niet onmogelijk gemaakt. In **2015** vonden op rijkswegen in totaal drie dodelijke spookrijongevallen plaats, waarvan er twee vermoedelijk ontstonden doordat de

bestuurder via een afrit de autosnelweg opreed. Eén van hen was een oudere automobilist, de andere iemand van middelbare leeftijd. Het derde spookrijongeval ontstond nadat een automobilist in botsing was gekomen met een geleiderail, waarna hij in verkeerde richting zijn weg vervolgde. Bij de drie spookrijongevallen uit **2015** kwamen zes mensen om het leven. Bij de twee spookrijongevallen uit **2016** kwamen vijf mensen om het leven en raakten vier mensen ernstig gewond.

3.3.4 Aanrijdingen van voetgangers

Hoewel voetgangers niet toegestaan zijn op auto- en autosnelwegen, vonden in **2017** toch vier voetgangerongevallen plaats. In twee gevallen betrof het een persoon die gezien zijn psychische aandoening (autisme) geen gevaar zag in het oversteken van een autosnelweg. Een andere persoon was na een eerder ongeval uit zijn voertuig gestapt waarop hij werd aangereden door een naderende personenauto, en de vierde voetganger die werd aangereden was na een ruzie uit de auto gestapt en de rijbaan opgelopen. Drie van deze vier ongevallen vonden plaats in slechte zichtomstandigheden (donker of mist), waardoor de voetgangers slecht zichtbaar waren voor naderend autoverkeer. De onverwachte aanwezigheid van een voetganger op een rijksweg, in combinatie met slechte zichtomstandigheden heeft waarschijnlijk een grote rol gespeeld bij deze aanrijdingen.

Ook in **2016** vond het merendeel van de voetgangerongevallen in het donker plaats. Dit gold voor zes van de acht voetgangerongevallen, waarbij er vijfmaal ook geen openbare verlichting was. De aard van de ongevallen was net als in 2017 gevarieerd. Drie van de acht voetgangers die in 2016 op de rijksweg werden aangereden bevonden zich daar vanwege een eerder ongeval of pech met hun voertuig. Drie andere voetgangers, waarvan twee jonger dan 18 jaar, liepen onder invloed van alcohol of drugs op de rijbaan. Daarnaast was er eenmaal sprake van een aanrijding van een voetganger bij een benzinestation en eenmaal was het onbekend waarom de voetganger zich op de rijbaan bevond.

Over de voetgangerongevallen die in **2015** op rijkswegen plaatsvonden was minder informatie beschikbaar, omdat er voor het onderzoek destijds nauwelijks aanvullende politie-informatie beschikbaar was (Stipdonk et al., 2016). In vier van de zeven gevallen was het onbekend waarom de voetganger zich op de hoofdrijbaan van de autosnelweg begaf. De andere drie personen bevonden zich op de rijbaan van een rijksweg vanwege het verwisselen van een band, het na een ruzie uit de auto stappen, en het skeeleren op een parallelweg die in beheer is van het Rijk.

Het lagere aantal voetgangerongevallen op rijkswegen in 2017 kan deels een artefact zijn van de grotere hoeveelheid politie-informatie over deze ongevallen. Voor de ongevallen uit 2017 had SWOV ook beschikking over de uitgewerkte politieverhoren. Daarmee kon beter worden achterhaald waarom de betreffende persoon op de rijbaan liep. Geslaagde suïcidepogingen konden daardoor beter van de daadwerkelijke verkeersongevallen worden onderscheiden (zie *Paragraaf 3.1*).

3.4 Aanleiding van ongevallen

De aanleiding voor het ontstaan van de ongevallen is hoofdzakelijk afgeleid uit informatie uit de beschikbare VOA-dossiers en informatie van de basispolitiezorg (BPZ). De informatie van de BPZ gaf vooral inzicht in de mentale of fysieke toestand waarin de betrokken bestuurders aan het verkeer deelnamen (alcohol, afleiding, vermoeidheid) en daarmee in hun rol in het ontstaan van het ongeval. De VOA-rapporten gaven vooral inzicht in factoren die gerelateerd zijn aan het voertuig, zoals de technische staat, eventuele mankementen, en de aanwezigheid, werking en het gebruik van beveiligingsmiddelen (gordel en airbag), de gereden snelheid en de wijze waarop het voertuig in botsing is gekomen met een ander voertuig of obstakels op of langs de weg. De politie-informatie verschaft nauwelijks inzicht in de rol van de infrastructuur bij het ontstaan en

de afloop van het ongeval. Die rol is onderzocht door zelf via Google Maps en Globespotter (CycloMedia) het wegverloop in aanloop tot de ongevalslocatie te bekijken, de afstand van obstakels tot de rijbaan op te meten en de geldende snelheidslimiet op enkele ongevalslocaties na te gaan (zie *Paragraaf 2.3*).

3.4.1 De rol van de betrokken verkeersdeelnemers

De gedragingen die het vaakst een rol speelden bij het ontstaan van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2017** zijn alcohol- en/of drugsgebruik, hoge rijsnelheid, afleiding, en roodlichtnegatie.

Voor zover bekend speelde alcoholgebruik een rol bij zes van de 63 ongevallen (substantieel alcoholgebruik geconstateerd, ten minste boven de wettelijke limiet voor die bestuurder). Daarnaast bestaat er op basis van de verzamelde informatie het vermoeden dat er bij drie andere ongevallen ook sprake was van overmatig alcoholgebruik door één van de betrokken bestuurders. Het bloedalcoholgehalte wordt echter niet altijd gecontroleerd als de omgekomen bestuurder het enige slachtoffer was van het verkeersongeval. Bij vijf van de betrokken bestuurders werd via een bloed- of urinetest drugs in het lichaam aangetroffen. Dit varieerde van XTC, GHB en cannabis tot cocaïne. In ten minste twee van de vijf gevallen was er sprake van een combinatie van drugs- en alcoholgebruik. Er is echter niet in alle gevallen ook op alcoholgebruik getest.

Bij vijf ongevallen is door de politie vastgesteld dan wel geconcludeerd dat één van de betrokken bestuurders met een te hoge snelheid reed. In twee van de vijf gevallen was er in meer algemene zin sprake van onverantwoord rijgedrag; de automobilist reed namelijk niet alleen met een te hoge snelheid, maar was ook onder invloed van alcohol. Dat laatste gold ook voor één bestuurder die onverantwoord langzaam op een autosnelweg reed (40-60 km/uur). Naast bovengenoemde ongevallen waarbij een te hoge rijsnelheid was vastgesteld, waren er bij een aantal andere ongevallen vermoedens van een hoge rijsnelheid op basis van getuigenverklaringen. De juistheid van die vermoedens was echter niet na te gaan door het ontbreken van bewijs op basis van technisch onderzoek door de VOA. Zij zijn daarvoor afhankelijk van sporen, die niet altijd aanwezig zijn. Daarnaast geldt dat de gereden snelheid niet altijd wordt onderzocht als de enige betrokkene als gevolg van het ongeval is komen te overlijden.

Bij ten minste acht van de 63 ongevallen was er volgens de politie-informatie sprake van onoplettendheid door afleiding (zoals bellen, bezig met navigatie, iets pakken of niet alert door mentale afleiding), al is het aannemelijk dat onoplettendheid bij meer ongevallen een rol heeft gespeeld. De bestuurder was anders niet op de andere weghelft of in de berm gekomen, of was niet achterop een voorligger gereden. Voor een deel van de ongevallen zijn er ook getuigen-verklaringen dat de betrokkene met een telefoon bezig was, of werd een telefoon op de grond of passagiersstoel gevonden. Dat is echter geen afdoende bewijs. Informatie over de reden van de onoplettendheid ontbreekt vooral doordat de betreffende bestuurder – vaak de enige inzittende in het voertuig – zelf bij het ongeval kwam te overlijden en dus geen verklaring meer kon afleggen. Als deze bestuurder ook de enige betrokkene was bij het ongeval is er voor de politie bovendien geen juridische grond meer om uitgebreid onderzoek te verrichten naar de aanleiding van het ongeval.

Bij twee flankongevallen speelde roodlichtnegatie een rol; één van beide betrokken bestuurders reed bewust of onbewust door het rode licht, waarna hij in botsing kwam met een auto die bij groen het kruispunt opreed.

In het onderzoek naar dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2016** zijn vergelijkbare resultaten gevonden ten aanzien van de mensgerelateerde factoren die een rol speelden bij het ontstaan van het ongeval. Bij het onderzoek naar dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2015** beschikte het team over dermate weinig informatie over het gedrag voorafgaand aan het ongeval dat er geen

uitspraken konden worden gedaan over de mate waarin risicogedrag een rol speelde bij het ontstaan van de bestudeerde ongevallen.

3.4.2 De rol van de betrokken voertuigen bij het ontstaan van ongevallen

De informatie uit de VOA-rapporten en het bijbehorende fotomateriaal was onmisbaar voor het achterhalen van voertuigdefecten die een rol speelden bij het ontstaan van de geanalyseerde ongevallen. Bij negen ongevallen speelde de technische staat van het voertuig of de voertuig-eigenschappen van een van de betrokken voertuigen een rol bij het ontstaan van het ongeval. Bij drie ongevallen leidde de wijze waarop de lading was vastgezet tot de dodelijke afloop van het ongeval (zie *Paragraaf 3.5.2*).

Van de negen ongevallen waarbij de kwaliteit van het voertuig een rol speelde bij het ontstaan van het ongeval, leidde tweemaal een technisch defect aan het voertuig ertoe dat het voertuig een obstakel vormde op de rijbaan. In beide gevallen werd dit voertuig aangereden door een ander voertuig.

Bij twee nieuwe vrachtauto's die achterop een voorligger reden heeft de aanwezige AEBS niet ingegrepen door een noodremming uit te voeren. Technisch onderzoek heeft niet kunnen uitwijzen waarom het systeem niet heeft ingegrepen: omdat het systeem de noodsituatie niet had gedetecteerd of doordat het systeem was uitgeschakeld.

Bij een oude motorfiets heeft de afwezigheid van ABS ertoe geleid dat het voorwiel bij een noodremming blokkeerde en de motorrijder onderuit ging. Bij een andere motorfiets was de eerste aanleiding van het ongeval een te laag brandstofniveau. Een bromfiets die frontaal in botsing kwam met een tegenligger bleek voorzien te zijn van een motorblok van een lichte motorfiets, waardoor hij sneller kon rijden dan is toegestaan. Of de bromfietsrijder op het moment van het ongeval ook daadwerkelijk te snel reed was door het ontbreken van sporen niet door de politie te onderzoeken.

Eenmaal heeft een matige tot slechte staat van de beide achterbanden er waarschijnlijk aan bijgedragen dat de bestuurder zijn voertuig na een stuurmanoeuvre niet meer onder controle kreeg en in botsing kwam met de geleiderail in de middenberm.

Tot slot bleek bij één van de kop-staartaanrijdingen dat het voertuig dat werd aangereden, 'daytime running lights' voerde. Daarbij brandden alleen de voorlichten. De achterzijde van het voertuig – een trekker zonder oplegger – was daardoor onverlicht. Samen met het nachtelijke tijdstip waarop het ongeval plaatsvond en het ontbreken van lichtmasten heeft dit ertoe geleid dat het voertuig dat van achteren naderde de trekker zonder oplegger pas op het laatste moment heeft kunnen zien rijden.

In **2016** speelde de technische staat van een voertuig op vergelijkbare wijze een rol. Bij negen ongevallen speelde de technische staat een rol, waarvan driemaal de banden, driemaal een technisch defect waardoor het voertuig een obstakel vormde op de rijbaan, tweemaal het ontbreken van ABS waardoor de wielen blokkeerden en eenmaal de lichtconfiguratie van een voertuig die voor verwarring bij medeweggebruikers kon hebben geleid (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018, voor meer details). De wijze waarop de lading was vastgezet leidde in 2016 tweemaal tot de dodelijke afloop van het ongeval (zie *Paragraaf 3.5.2*).

Uit de analyse van dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2015** kwam naar voren dat voertuig-defecten een rol speelden bij het ontstaan van ten minste vier van de 75 dodelijke ongevallen; driemaal was het de kwaliteit van de banden en eenmaal een technisch defect aan het voertuig waardoor het voertuig in het donker zonder voertuigverlichting stil kwam te staan op de rijbaan.

3.4.3 De rol van de infrastructuur bij het ontstaan van ongevallen

De infrastructurele aspecten die het vaakst een rol speelden bij het ontstaan van ongevallen op rijkswegen zijn het ontbreken of het niet functioneren van verkeerssignalering (matrixborden) op filegevoelige locaties en het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen.

Van de negen locaties waar in **2017** een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren er drie voorzien van verkeerssignalering via matrixborden boven de weg. Dergelijke verkeerssignalering waarschuwt de weggebruiker voor verstoringen van de doorstroming en maant hem zijn snelheid te verlagen. Bij twee van de drie locaties die voorzien waren van verkeerssignalering stond deze verkeerssignalering uit; hij was na de installatie van de signalering nog niet in bedrijf genomen. Twee andere locaties stonden wel bekend als filegevoelig maar waren niet voorzien van verkeerssignalering. In alle vier gevallen had een werkende verkeerssignalering het achteropkomende verkeer tijdig kunnen waarschuwen. Ook in **2016** en **2015** was een derde van de locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijdingen plaatsvond voorzien van verkeerssignalering. In drie van de acht gevallen stond deze signalering uit.

Bij vijf van de acht frontale ongevallen in **2017** speelde de afwezigheid van een fysieke rijrichtingscheiding een rol, al dan niet in combinatie met een krappe verhardingsbreedte. Dit gold ook voor acht van de tien frontale ongevallen op rijkswegen in **2016**. Gegeven de geldende snelheidslimiet en de beperkte verhardingsbreedte had de weggebruiker nauwelijks tijd en ruimte om een eventuele afwijking van zijn koers te corrigeren. De afwezigheid van een fysieke rijrichtingscheiding – veelal vanwege ruimtegebrek – leidde ertoe dat de automobilist bij een afwijking naar links of het rechtdoor rijden in een boog naar rechts op de andere weghelft terechtkwam en daar in botsing kwam met een tegenligger. In combinatie met rijsnelheden van 80 tot 100 km/uur is de kans op een dodelijke afloop groot.

3.5 Factoren die de ernst van de afloop bepalen

Er zijn verschillende factoren die van invloed zijn op de ernst van de afloop van een ongeval. Een eerste belangrijke factor is het voertuig of object waarmee een verkeersdeelnemer in botsing komt. In het geval van een botsing tussen twee voertuigen is het massaverschil van belang. Voor een inzittende van een personenauto is de kans op een ernstige afloop veel groter als hij in botsing komt met een vrachtauto dan wanneer hij in botsing komt met een andere personenauto. Bij een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2017 was de tegenpartij een vrachtauto (zie *Tabel 3.6* in *Paragraaf 3.2*).

Ook de rijsnelheid speelt een rol (zie *Paragraaf 3.4.1*); de kans op een dodelijke afloop is groter naarmate de eigen rijsnelheid of het snelheidsverschil met het voertuig waarmee men in botsing komt groter is. Bij een aanrijding van een obstakel dat in de berm staat speelt ook de afstand tot dat obstakel een rol. Daar gaan we in de volgende paragraaf (*Paragraaf 3.5.1*) nader op in.

Bovengenoemde factoren zijn vooral van invloed op de impact van de botsing – de krachtsinwerking op het voertuig van de inzittende. Daarnaast spelen ook het eigen voertuig en de daarin aanwezige veiligheidsvoorzieningen een rol bij de ernst van de ongevalsafloop. De massa en constructie van het voertuig en de daarin aanwezige veiligheidsvoorzieningen kunnen – mits zij worden gebruikt of ingeschakeld – de ernst van het letsel beperken (zie *Paragraaf 3.5.2 en 3.5.3*).

3.5.1 Inrichting van bermen

De belangrijkste infrastructurele factor die de ernst van de afloop van een ongeval bepaalt is de inrichting van de berm. De berm moet vrij zijn van obstakels binnen de afstand waarin een voertuig, bij de geldende snelheidslimiet, tot stilstand kan komen of terug de rijbaan op kan rijden (redresseren). In beide gevallen is het ook van belang dat de berm draagkrachtig is;

voldoende weerstand biedt om te kunnen remmen en de koers te wijzigen zonder dat de wielen in de berm wegzakken, waardoor het voertuig over de kop kan slaan.

Bij het bepalen van de afstand waarover de berm vrij moet zijn van obstakels kijkt Rijkswaterstaat niet alleen naar de huidige snelheidslimiet, maar ook naar de ontwerpsnelheid die werd aangehouden toen de weg werd aangelegd (Stipdonk et al., 2016: p. 28). In de Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen NOA (AVV, 2007) staat dat een obstakelvrije afstand van 13 m geldt voor wegen met een ontwerpsnelheid van 120 km/uur die nieuw worden aangelegd of waarbij groot onderhoud wordt gepleegd. In andere gevallen, zoals bij kleine verbeteringswerken, mag de oude afstand van 10 m worden aangehouden (conform de oude ROA uit 1993; AVV, 1993). Noch in de opvolger van de NOA, de *Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen ROA2017* (Rijkswaterstaat, 2017a), noch in de bijbehorende richtlijn voor een veilige inrichting van bermen (Rijkswaterstaat, 2017b), is een dergelijke toelichting opgenomen over welke snelheidslimiet aangehouden moet worden voor het bepalen van de obstakelvrije afstand: de op dit moment geldende limiet of de ontwerpsnelheid op het moment van aanleg van de weg. Het is niet duidelijk of het ontbreken van deze toelichting betekent dat deze nieuwe richtlijnen (Rijkswaterstaat, 2017a; 2017b) nu voor alle wegen gelden of alleen voor nieuwe wegen.

Een ontwerpsnelheid van 130 km/uur is niet in de richtlijnen opgenomen. In de Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen NOA (AVV, 2007) is gesteld dat er per snelheidsvermeerdering van 10 km/uur circa 1,5 m meer ruimte vereist is in laterale afstand. Daarmee zou de minimale obstakelvrije afstand voor wegen met een ontwerpsnelheid van 130 km/uur 14,5 m bedragen. Ook Van Petegem, Louwerse & Commandeur (2017b) bevelen deze minimale obstakelvrije afstand van 14,5 m aan voor 130km/uur-wegen. Bij de besluitvorming rond de invoering van een snelheidslimiet van 130 km/uur op autosnelwegen is niet besloten de obstakelvrije zone te vergroten naar 14,5 m. De ontwerpsnelheid van deze wegen was bij aanleg 120 km/uur.

De typen obstakels die een rol hebben gespeeld bij de afloop van dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2017 zijn opgenomen in *Tabel 3.8.* Het betreft de 25 objecten en obstakels die een rol speelden bij de dodelijke afloop van de 25 bestudeerde obstakelongevallen. De objecten en obstakels verschillen in hun mate van botsveiligheid. Zo is een geleiderail in principe bedoeld om het voertuig te keren en te geleiden zodat voorkomen wordt dat het tegen een obstakel botst of met een tegenligger die op de andere rijbaan rijdt. Geleiderails zijn daarmee relatief botsveilige objecten. Niet botsveilig zijn bomen met een diameter groter dan 8 cm, taluds en greppels met een helling steiler dan 1:3, portalen, pijlers van viaducten, en watergangen met een diepgang van meer dan één meter. Deze obstakels moeten volgens de richtlijn dan ook buiten de obstakelvrije zone worden geplaatst of anders worden afgeschermd met een geleiderail, barrier of een obstakelbeveiliger zoals de RIMOB (rimpelbuisobstakelbeveiliger).

In *Tabel 3.8* is voor de 18 niet-botsveilige obstakels – niet zijnde een geleiderail of pijlwagen – in de berm ook weergegeven hoeveel er binnen 10 m van de binnenkant van de kantstreep stonden, hoeveel tussen 10 m tot 13 m stonden en hoeveel er zich op 13 m of verder van de rijbaan bevonden. Hieruit kunnen we afleiden dat ongeveer de helft van de obstakels (n=10) binnen 10 m van de kantstreep stond. Drie van deze obstakels – twee bomen en één greppel – stonden in de buitenberm van een 80km/uur-weg of van een afrit op een afstand van 6 m of meer. Voor die wegen voldeed de obstakelvrije afstand aan de richtlijnen (CROW, 2004). Een vierde obstakel stond onafgeschermd in de middenberm van een 70km/uur-weg. De overige zes obstakels op een afstand kleiner dan 10 m stonden in de buitenberm van een weg met een snelheidslimiet van 100, 120 of 130 km/uur. Dat geldt ook voor de niet-botsveilige obstakels die verder dan 10 m van de kantstreep stonden.

Circa een kwart van het totaal aantal niet-botsveilige obstakels bevond zich tussen de 10 en 13 m van de kantstreep, en eveneens een kwart bevond zich verder dan 13 m van de binnenkant van de kantstreep. Dit laatste betrof zowel greppels als een watergang. Ondanks een afstand van

meer dan 13 m kwam het voertuig in botsing met een talud of walkant of raakte het te water waardoor de inzittenden om het leven zijn gekomen. De aanrijding van een obstakel dat op een grotere afstand dan 13 m staat, vergroot overigens ook de kans dat het voertuig niet door medeweggebruikers wordt opgemerkt en hulpverlening (te) laat op gang komt. Twee van de vier voertuigen die verder dan 13 m van de rijbaan tot stilstand kwamen werden pas laat opgemerkt. Van een derde voertuig is niet bekend hoelang na het ongeval het voertuig werd opgemerkt. De beide voertuigen die te water waren geraakt, werden allebei laat opgemerkt; zowel het voertuig dat minder dan 10 m van de kantstreep verwijderd was als het voertuig dat meer dan 13 m van de kantstreep verwijderd was.

In vergelijking met **2015** en **2016** (zie eveneens *Tabel 3.8*) bevindt **2017** zich in het midden wat betreft het aandeel aanrijdingen van een obstakel dat verder dan 13 m van de kantstreep stond: een kwart in 2017 versus een achtste in 2015 en de helft in 2016. De kans op een aanrijding van een obstakel dat verder van de rijbaan ligt is groter als de rijsnelheid hoger is. In 2017 stonden de obstakels die verder dan 13 m van de rijbaan stonden, even vaak in de berm van een 120km/uur-weg als in de berm van een 130km/uur-weg. In 2016 bevonden twee van de zeven obstakels die verder dan 13 m van de kantstreep stonden zich in de berm van een 120km/uur-weg en vijf in de berm van een 130km/uur-weg. Daarmee blijft de minimale breedte van een obstakelvrije afstand een aandachtspunt.

Aanrijdingen van obstakels kunnen worden voorkomen door ze af te schermen met een geleiderail. De aanwezigheid van een geleiderail is echter geen garantie voor een minder ernstige afloop van een verkeersongeval. Ook een aanrijding met een geleiderail kan leiden tot een dodelijk ongeval. In **2017** waren er op rijkswegen zeven aanrijdingen met een geleiderail die een dodelijke afloop hadden. In **2016** waren dat er negen en in **2015** drie.

In **2017** was het in vier gevallen een motorrijder die in botsing kwam met een geleiderail. Hij kwam na een val van zijn motor of al rijdend in contact met de onderzijde of bovenzijde van de geleiderail en overleed ter plaatse aan zijn verwondingen. In **2016** kwamen drie motorrijders om het leven na een botsing met een geleiderail: eenmaal na een kop-staartaanrijding met een voorligger, eenmaal reed de motorrijder frontaal tegen de obstakelbeveiliger (RIMOB) tussen de hoofdrijbaan en een tijdelijke keerlus vanwege werkzaamheden, en eenmaal was de aanleiding onbekend. In drie van de in totaal zeven gevallen in 2016 en 2017 was de afstand tussen de geleiderail en de rijbaan kleiner dan de voorgeschreven 1,5 m. Ernstig letsel bij motorrijders als gevolg van een aanrijding met een geleiderail in de middenberm is overigens moeilijk geheel te voorkomen; het is voor een belangrijk deel inherent aan de kwetsbaarheid van een motorrijder.

Bij de andere drie aanrijdingen met een geleiderail in **2017** was het een personenauto die in botsing kwam met de geleiderail. Deze ongevallen kenden een dodelijke afloop doordat een inzittende uit het voertuig geslingerd werd. Geen van hen droeg een gordel.

Tabel 3.8. Obstakels betrokken bij dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 - 2017, naar afstand tot de kantstreep.

Type obstakel/object	Jaar	Aantal ongevallen	Obstakelvrije afstand		
			< 10,0 m	10,0 m - 13,0 m	≥ 13,0 m
Boom	2015	12	5[a]	7	0
	2016	5	3[a]	0	2
	2017	**6**	**4[b]**	**2**	**0**
Geleiderail	2015	3	(niet van toepassing)		
	2016	9			
	2017	**7**			
Lichtmast in buitenbocht	2015	2	2	0	0
	2016	0	0	0	0
	2017	**0**	**0**	**0**	**0**
Pijlwagen/ botsabsorberwagen	2015	2	(niet van toepassing)		
	2016	1			
	2017	**0**			
Pijler, portaal of paal van wegwijzer	2015	7	3	4	0
	2016	1 (+ 2 andere vaste objecten)	1	0	0
	2017	**3**	**3[a]**	**0**	**0**
Talud/greppel/ walkant van droge sloot	2015	2	2	0	0
	2016	5	1	0	4
	2017	**7**	**2**	**2**	**3**
Watergang	2015	3	0	0	3
	2016	3	2[c]	0	1
	2017	**2**	**1**	**0**	**1**
Totaal	2015	31	12	11	3
	2016	26	7	0	7
	2017	**25**	**10**	**4**	**4**

[a] Eén van deze obstakels stond in de middenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur).

[b] Twee van deze obstakels stonden in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). De obstakelvrije afstand was breder dan voorgeschreven in de richtlijnen (respectievelijk 2,5 m voor 60km/uur-wegen en 6 m voor 80km/uur-wegen).

[c] Eén van deze obstakels bevond zich in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). De obstakelvrije afstand was breder dan voorgeschreven in de richtlijnen (respectievelijk 2,5 m voor 60km/uur-wegen en 6 m voor 80km/uur-wegen).

Behalve in aanrijdingen met een geleiderail speelde de geleiderail ook in twee andere dodelijke ongevallen in **2017** een rol. In die ongevallen reed een personen- of bestelauto een ingegraven geleiderail in de buitenberm op, via een onvoldoende uitgebogen beginpunt. Het voertuig kwam vervolgens achter de geleiderail terecht en belandde daar in een watergang of tegen het steile

talud van een watergang. In **2015** en **2016** was er per jaar driemaal sprake van een personenauto die via een niet-uitgebogen beginpunt een ingegraven geleiderail in de buitenberm opreed. Bij de ongevallen uit 2016 ging de personenauto daardoor over de kop. In 2015 werd de dodelijke afloop vooral bepaald door een aanrijding van het obstakel achter de geleiderail. In *Tabel 3.8* is het obstakel voor deze ongevallen dan ook niet de geleiderail maar het obstakel dat daarachter stond: een boom, talud of paal van een wegwijzer. Het oprijden van een ingegraven geleiderail is te voorkomen door het begin van de geleiderail conform de richtlijnen uit te buigen tot een afstand die gelijk is aan de obstakelvrije zone voor de geldende snelheidslimiet, of door een obstakelbeveiliger zoals een RIMOB te plaatsen (zie *Paragraaf 4.2.2.1*). Dit zorgt ervoor dat een voertuig bij het inrijden van de berm niet de geleiderail kan oprijden.

Het in voldoende mate uitbuigen van de geleiderail is ook van belang om te voorkomen dat voertuigen via de berm achter de geleiderail terechtkomen en op die manier in botsing komen met het af te schermen obstakel. In **2017** zijn twee obstakelongevallen op deze wijze ontstaan: een personenauto reed geleidelijk de berm in, kwam achter de geleiderail terecht en vervolgens in botsing met de pijler van een viaduct. De geleiderails die deze pijlers moesten afschermen waren – net als bij de hierboven genoemde ongevallen – onvoldoende uitgebogen. In totaal zijn er in 2017 dus vier obstakelongevallen ontstaan doordat de aanwezige geleiderail niet voldoende was uitgebogen.

3.5.2 Voertuigveiligheid

Behalve door infrastructurele kenmerken wordt de ernst van de afloop bepaald door veiligheidsmaatregelen aan of in het voertuig zoals de aanwezigheid en inwerkingtreding van airbags.

Bij 26 van de 47 overleden bestuurders van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler) was de stuurairbag geactiveerd. Ook in **2016** was bij circa de helft van de inzittenden de airbag uitgevouwen. Bij 14 van de 47 in **2017** overleden bestuurders was geen stuurairbag uitgevouwen; bij de voorpassagiers was er tweemaal geen passagiersairbag geactiveerd. Dit kwam vooral voor bij kop-staartaanrijdingen; als een auto van achteren wordt aangereden of als de rijsnelheden laag zijn, worden de stuur- en passagiersairbag namelijk niet geactiveerd (zie ook Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018). Daarnaast was het in negen gevallen onbekend of de airbag van de bestuurder (7) of voorpassagier (2) was geactiveerd.

Zeven overleden inzittenden zaten op de achterbank. Bij vier van hen is een gordijnairbag uitgevouwen, die het hoofd beschermt bij een zijwaartse impact. Ook bij een aantal bestuurders en voorpassagiers is een gordijnairbag uitgevouwen, evenals een zijairbag; de laatste zit in de voorstoelen of het portier verwerkt en beschermt de romp bij een zijwaartse impact. Bij in totaal vier bestuurders en voorpassagiers waar geen voorairbag was uitgevouwen, zijn wel gordijnairbags en zijairbags uitgevouwen.

De activering van de airbag kan tegenwoordig ook automatisch leiden tot het waarschuwen van de hulpdiensten via zogenoemde eCall-systemen. Als sensoren in het voertuig detecteren dat er een ongeval heeft plaatsgevonden, of als de airbag wordt geactiveerd, wordt eCall (ook) geactiveerd. Daarnaast kan eCall handmatig worden geactiveerd, via een knop in het voertuig. Het systeem legt daarna automatisch contact met de 112-centrale. Deze centrale probeert vervolgens eerst mondeling contact te krijgen met de bestuurder of inzittenden, en als dat niet lukt dan worden de hulpdiensten gealarmeerd. Deze weten exact wat de locatie van het voertuig is, doordat eCall ook informatie doorgeeft over de locatie, de rijrichting, het voertuigtype en soort brandstof. Bij ten minste drie ongevallen op rijkswegen in 2017, met in totaal vijf inzittenden, had dit systeem de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen door het eerder traceren van het voertuig en het daarmee voorkomen van verdrinking of het bespoedigen van de hulpverlening. In **2017** zijn de hulpdiensten bij één ongeval gealarmeerd via de noodknop van

een passerende ANWB-wegenwachtauto. In **2016** is eCall automatisch in werking getreden bij één van de bij het ongeval betrokken voertuigen.

De airbag voorkomt vooral letsel dat ontstaat door contact met de binnenzijde van het eigen voertuig, en bovendien alleen als het voertuig op de wielen blijft staan. Bij het over of op de kop gaan van het voertuig zijn de inzittenden minder beschermd. Dit vindt vooral plaats bij voertuigen die in de berm raken: bij 9 van de 25 obstakelongevallen ging het voertuig over de kop of eindigde het op de kop. Dit heeft een rol gespeeld bij het ontstaan van het dodelijk letsel van 9 overleden inzittenden. In twee Nederlandse dieptestudies naar het ontstaan en de afloop van bermongevallen werden vergelijkbare percentages gevonden van voertuigen die in de berm over de kop gingen: respectievelijk 33% en 37% van de bermongevallen (Davidse, 2011).

Inzittenden zijn ook niet beschermd tegen obstakels, lading of andere voertuigen die het voertuig binnendringen op andere locaties dan waar de voertuigconstructie hen daar het beste tegen beschermt. Zo is bij drie voertuigen de lading vanaf de achterzijde de cabine binnengedrongen.

De leeftijd van een auto is over het algemeen bepalend voor de aanwezigheid van veiligheids-systemen. Nieuwere personenauto's hebben meer veiligheidssystemen aan boord. Dat geldt voor de aanwezigheid van autogordels en airbags, maar ook voor actieve veiligheidssystemen als ESC (electronic stability control). *Tabel 3.9* laat zien dat de gemiddelde leeftijd van de personenauto's waarin de slachtoffers reden ouder is dan die van het hele park in Nederland (peildatum 1 januari 2018). Het aandeel jonge auto's is kleiner onder de personenauto's waarin slachtoffers zaten dan in het voertuigpark, terwijl personenauto's ouder dan 15 jaar juist vaker het vervoermiddel waren van slachtoffers die als gevolg van een ongeval op een rijksweg in 2017 kwamen te overlijden.

Tabel 3.9. Leeftijd van de personenauto waarin de in 2017 overleden verkeersdeelnemer zat, en het aandeel van het Nederlandse voertuigpark met deze leeftijd.

Leeftijd van de personenauto	Ongeval	Voertuigpark*
0-5 jaar	6 (16%)	26%
5-10 jaar	7 (19%)	28%
10-15 jaar	7 (19%)	24%
Ouder dan 15 jaar	16 (36%)	22%
Onbekend	1 (3%)	-
Totaal	**37**	**100%**

* RAI (2018a)

Ook het type personenauto waarin men zit kan van invloed zijn op de overlevingskans. Naarmate het voertuig groter (en dus zwaarder) is, is de kans op overleving bij een aanrijding met een ander (kleiner) voertuig groter. Daarnaast hebben luxere modellen vaak meer veiligheidsvoorzieningen. *Tabel 3.10* laat zien dat een vergelijking lastig is vanwege de kleine aantallen per segment. Naarmate de segmenten kleiner worden, worden de fluctuaties groter. Wel lijkt het kleinste voertuigtype oververtegenwoordigd bij de personenauto's waarin slachtoffers zaten.

Tabel 3.10. Type personenauto waarin de in 2017 overleden verkeersdeelnemer zat volgens de segmentindeling voor personenauto's, en het aandeel van dat segment in het Nederlandse voertuigpark.

Type personen-/bestelauto's	Aantal	Aandeel in park*
A (submini's zoals Citroën C1, Ford Ka)	10 (27%)	17%
B (kleine auto's zoals Peugeot 208, Opel Corsa)	11 (30%)	25%
C (kleine middenklasse zoals Ford Focus, VW Golf)	6 (16%)	20%
D (middenklasse tot grote auto's zoals Audi A4, Volvo V70, BMW5-serie tot Mercedes Benz S-klasse)	1 (3%)	11%
E t/m I (Hogere middenklasse, grote auto's, sportwagens en luxewagens zoals Volvo V70, Mercedes Benz S-klasse, Audi TT, Porsche en Bentley)	5 (14%)	6%
J-K (MPV's zoals Renault Scenic, VW Touran en Ford S-Max)	2 (5%)	9%
L-M (SUV's zoals Hyundai IX35, Volvo XC60 en BMW X5)	1 (3%)	8%
N (Bestelautomodellen zoals Renault Kangoo, Peugeot Partner, niet zijnde bedrijfswagens)	-	2%
Overig	1 (3%)	2%
Totaal	**37 (100%)**	**100%**

* RAI (2018a)

3.5.3 Gebruik van beveiligingsmiddelen

Door het gebruik van de gordel kunnen voertuiginzittenden zichzelf beschermen tegen de gevolgen van de botsimpact. Van de 58 in **2017** op rijkswegen overleden inzittenden van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler) is van de helft bekend dat ze een gordel droegen (27 inzittenden), en van twee dat ze alleen een heupgordel droegen. Van 18 overleden inzittenden is bekend dat ze *geen* gordel droegen (12 bestuurders en 6 passagiers), waarvan eenmaal omdat deze niet aanwezig was in het voertuig (passagier). Daarnaast was van elf overleden inzittenden onbekend of ze een gordel droegen. Door schade aan of brand in het voertuig was dit niet meer vast te stellen, of de politie heeft er geen onderzoek naar gedaan of hun bevindingen hieromtrent niet gerapporteerd.

In **2016** was van ruim de helft van de overleden inzittenden die in een personen-, bestel- of vrachtauto zaten bekend dat ze een gordel droegen (37 van de 66 overleden inzittenden). Van 11 was bekend dat ze *geen* gordel droegen, en van 18 overleden inzittenden was het gordelgebruik onbekend. Het lijkt erop dat het aandeel overleden inzittenden dat geen gordel droeg in 2017 hoger lag dan in 2016. Dat is echter niet met zekerheid te zeggen, omdat het aandeel waarvan het gordelgebruik onbekend was, in 2016 hoger lag.

4 Conclusies en aanbevelingen

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste bevindingen uit het voorgaande hoofdstuk kort samengevat (*Paragraaf 4.1*). Daarna volgen aanbevelingen voor maatregelen om het ontstaan van ongevallen op rijkswegen en de dodelijke afloop ervan te voorkomen (respectievelijk *Paragraaf 4.2.1 en 4.2.2*). Dit hoofdstuk sluit af met aanbevelingen hoe Rijkswaterstaat kan blijven leren van ongevallen (*Paragraaf 4.2.3*).

4.1 Conclusies

De ongevalstypen die het meest voorkomen op rijkswegen in 2017 zijn:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of greppel (n=25);
- kop-staartaanrijdingen (n=21), waarvan circa de helft (n=9) in de staart van een file; en
- frontale aanrijdingen (n=8), waarvan vijf op enkelbaanswegen.

Factoren die een rol speelden bij het ontstaan van de ongevallen

De ongevallen ontstonden door een combinatie van onoplettendheid of bewust risicogedrag van de weggebruiker en een weginrichting (inclusief berm) die weinig ruimte biedt voor menselijke fouten. In een klein deel van de ongevallen speelde ook een voertuigdefect een rol.

De rol van de verkeersdeelnemer bij het ontstaan van de ongevallen op rijkswegen varieerde van alcoholgebruik (n=6-9 ongevallen), drugsgebruik (n=5), afleiding (n=8), te hoge rijsnelheid (n=5) tot roodlichtnegatie (n=2). Deze aantallen zijn gebaseerd op die gevallen waarvoor substantieel bewijs voorhanden was, zoals bloedtesten, verhoren van de bestuurders, snelheidsberekeningen of vergelijking van het passeermoment met de groenfasen van de verkeerslichteninstallatie.

Bij negen ongevallen speelde een voertuigkenmerk een rol bij het ontstaan van het ongeval. Dit varieerde van een slechte conditie van de achterbanden en een technisch mankement aan de motor tot het niet aanwezig zijn van ABS en het niet ingrijpen van het aanwezige AEBS.

De infrastructurele aspecten die het vaakst een rol speelden bij het ontstaan van ongevallen op rijkswegen zijn het ontbreken of het niet functioneren van verkeerssignalering (matrixborden) op filegevoelige locaties (n=4) en het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen (n=5).

Factoren die een rol speelden bij de ernst van de afloop

De ernst van de afloop van het ongeval werd voor een belangrijk deel bepaald door de inrichting van de berm. Er stonden obstakels in de berm die niet of niet op de juiste wijze waren afgeschermd. Tien van de achttien obstakels die werden aangereden stonden binnen 10 meter van de kantstreep, een kwart stond tussen 10 en 13 m en het overige kwart stond verder dan 13 m van de kantstreep. Daarnaast leidden zeven aanrijdingen van een geleiderail tot een dodelijke afloop; viermaal doordat een motorrijder met zijn lichaam in contact kwam met de geleiderail en driemaal doordat een inzittende van een personenauto als gevolg van de aanrijding, en het niet dragen van een gordel, uit het voertuig werd geslingerd. In vier gevallen heeft de uitvoering van

de aanwezige geleiderail ertoe geleid dat een voertuig alsnog in botsing kwam met een zich achter de geleiderail bevindend obstakel. Doordat de geleiderail niet voldoende was uitgebogen kon het voertuig achter de geleiderail langs rijden (tweemaal) of het begin van de geleiderail oprijden waarna het voertuig achter de buitenberm terechtkwam (tweemaal).

Het gebruik van beveiligingsmiddelen speelde ook een rol, al bieden beveiligingsmiddelen als airbags en gordels geen bescherming tegen alle vormen van geweldsinwerking. De helft van de overleden inzittenden van een voertuig droeg – voor zover kon worden nagegaan – op het moment van het ongeval een gordel en bij de helft van de inzittenden was de voor hun zitplaats bedoelde airbag uitgevouwen. Van de 58 overleden inzittenden van een motorvoertuig droegen er 18 *geen* gordel en bij 16 van de 51 overleden bestuurders en bijrijders was *geen* stuurairbag (n=14) of passagiersairbag (tweemaal) uitgevouwen.

De leeftijd en het type personenauto speelt ook een rol bij de overlevingskans. Jongere en luxere auto's hebben over het algemeen meer veiligheidssystemen aan boord, en inzittenden van grotere auto's hebben door de grotere massa van het voertuig een grotere kans op overleving bij een aanrijding met een ander (kleiner) voertuig. In vergelijking met het Nederlandse park van personenauto's zaten de overleden slachtoffers verhoudingsgewijs vaker in een ouder voertuig en vaker in een kleine personenauto (de zogenoemde 'submini's').

4.2 Aanbevelingen

Op grond van veelvoorkomende factoren voor het ontstaan en de afloop van de bestudeerde ongevallen zijn kansrijke maatregelen geïdentificeerd. De nadruk lag daarbij op infrastructurele maatregelen omdat Rijkswaterstaat deze als wegbeheerder zelf kan implementeren. Dat neemt niet weg dat ook andere maatregelen, zoals gedrags- en voertuigmaatregelen kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Die worden in de volgende paragrafen ook kort behandeld.

Aangezien in 2017 en 2016 de meest voorkomende ongevals- en letselfactoren voor dodelijke ongevallen op rijkswegen sterk overeenkomen (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018), zijn ook de aanbevelingen zeer vergelijkbaar. De volgende paragrafen komen dan ook grotendeels overeen met de tekst uit het bovengenoemde rapport, aangevuld met de bevindingen over de ongevallen uit 2017.

4.2.1 Maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen

4.2.1.1 Filegevoelige locaties voorzien van (werkende) verkeerssignalering

Matrixborden boven de weg kunnen weggebruikers waarschuwen voor een naderende file en de rijsnelheid tijdig omlaag brengen. Daarmee kunnen *ongevallen in de staart van een file* worden voorkomen. Niet alle rijkswegen zijn voorzien van verkeerssignalering. Een eerste voorwaarde van Rijkswaterstaat voor aanleg van verkeerssignalering is dat het een filegevoelige locatie betreft. Zeven filegevoelige locaties waar in 2016 of 2017 een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren echter niet voorzien van verkeerssignalering. Bovendien was de verkeers-signalering bij vijf van de acht filegevoelige locaties die wel zo'n systeem hadden, op het moment van het ongeval buiten werking. Voor filegevoelige locaties die nog niet van verkeerssignalering zijn voorzien, biedt de zichtbaarheid van de staart van een file een goed criterium om hierin te prioriteren. Uit de ongevalslocaties van 2016 en 2017 blijkt dat met name viaducten en bogen het zicht op de filestaart ontnamen.

Bij de kostenafweging van het plaatsen van verkeerssignalering dient het relatief grote aantal slachtoffers van kop-staartaanrijdingen in files meegenomen te worden. Uit de analyse van dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 en 2016 kwam naar voren dat kop-staartaanrijdingen

in de file per ongeval tot ten minste twee keer zoveel gewonden (exclusief doden) leiden als andere typen ongevallen op rijkswegen. Bij de ongevallen uit 2017 is dit niet het geval. Naast de 71 verkeersdoden vielen er in totaal 34 gewonden, waarvan 2 als gevolg van een kop-staart-aanrijding in de file. Daarmee is het aantal gewonden per ongeval bij de kopstaart-aanrijdingen in de file (2/9 = 0,22) fors lager dan bij de andere ongevallen (32/54 = 0,59). Het aantal doden per ongeval bij kop-staartaanrijdingen in files (1 tot 1,1) was in alle jaren ongeveer gelijk aan dat voor de andere typen ongevallen op rijkswegen (1,1).

4.2.1.2 Smalle enkelbaanswegen voorzien van een fysieke rijrichtingscheiding

Frontale aanrijdingen op enkelbaanswegen kunnen worden voorkomen door deze wegen te voorzien van een fysieke rijrichtingscheiding. Door de beperkte verhardingsbreedte is er echter vaak geen ruimte voor een geleiderailconstructie. In het buitenland wordt in dergelijke situaties als alternatief de cable barrier toegepast (zie onder anderen Bergh, Carlsson & Moberg, 2005). Deze neemt veel minder ruimte in. Bovendien is de kostprijs van de cable barrier ongeveer de helft van de prijs van de standaard geleiderailconstructie, terwijl de kans op letsel kleiner is dan bij een geleiderail (Hu & Donnell, 2010; Zou et al., 2014). In Nederland is de introductie van de cable barrier in 2006 tegengehouden door de motorrijders. De cable barrier zou tot ernstig letsel leiden bij motorrijders. Een argument vóór het gebruik van de cable barrier is dat deze afschermingsconstructie op smalle wegen, waar geen ruimte is voor een breder profiel, vrijwel de enige oplossing is om frontale ongevallen te voorkomen, voor zowel motorrijders als andere weggebruikers. Daarnaast blijkt – ook uit de onderhavige studie – dat contact met een geleiderail in de middenberm eveneens tot dodelijk letsel bij motorrijders kan leiden. Dit wordt bevestigd door Daniello & Garber (2011), die een vergelijking maakten tussen het aandeel dodelijke of ernstige ongevallen van aanrijdingen van motorrijders met geleiderailconstructies en cable barriers. Bij beide typen afschermingsconstructies kende 40% van de ongevallen een dodelijke of ernstige afloop.

Sinds 2006 zijn er diverse studies uitgevoerd waarin een vergelijking is gemaakt tussen de veiligheid van afschermingsconstructies, waaronder de bovengenoemde studies van Hu & Donnell (2010), Zou et al. (2014) en Daniello & Garber (2011). De twee laatstgenoemde studies hebben ook gekeken naar ongevallen met motorrijders. Het nadeel van deze studies is dat zowel het aantal ongevallen met motorrijders als het aantal aanrijdingen van cable barriers laag is, waardoor het vrijwel onmogelijk is om significante effecten te vinden. De reden voor deze lage aantallen zijn de kleine aandelen motorrijders en cable barriers in respectievelijk het totaal aantal gemotoriseerde verkeersdeelnemers en fysieke afschermingsconstructies. In het onderzoek van Daniello & Garber was het verschil in aandeel tussen aanrijdingen van motorrijders met geleiderailconstructies en cable barriers zo klein – 40,1% versus 40,3% met ernstige of dodelijke afloop – dat er ook bij grote aantallen geen sprake zou zijn van een significant verschil. Zou et al. (2014) baseerden hun conclusies over de veiligheid van afschermingsconstructies op 2124 enkelvoudige ongevallen met 3257 inzittenden die in de Amerikaanse staat Indiana plaatsvonden tussen 2008 en 2012. Ze vergeleken de ernst van het letsel van inzittenden voor ongevallen die plaatsvonden op locaties met een afschermingsconstructie met die van ongevallen op vergelijkbare locaties zonder afschermingsconstructie. Alle ongevallen werden meegenomen, ongeacht het type voertuig dat bij het enkelvoudige ongeval betrokken was. Van de 3257 inzittenden waren slechts 20 betrokkenen motorrijder of -passagier. Ongeacht het type afschermingsconstructie was de kans op letsel voor motorrijders meer dan drie keer zo groot als voor inzittenden van andere voertuigen. Voor de kans op letsel bleek echter geen interactie te zijn tussen het type voertuig en type afschermingsconstructie. Dit wel zeggen dat voor alle voertuigen de cable barrier het veiligst was, gevolgd door de geleiderailconstructie en daarna de betonnen afschermingsconstructie. Het lage aantal motorrijders kan er echter toe hebben geleid dat er geen significant effect gevonden werd.

Het hierboven beschreven recente onderzoek heeft niet kunnen bevestigen noch ontkrachten dat de cable barrier voor motorrijders veiliger of onveiliger is dan de in Nederland meest

gebruikte geleiderailconstructie. De onveiligheid op smalle enkelbaanswegen vraagt echter om een maatregel die de kans op dodelijke frontale ongevallen verkleint. Recent hebben studenten van de TU Delft daarom in opdracht van SWOV onderzocht welke typen reeds op de markt zijnde afschermingsconstructies toegepast zouden kunnen worden als fysieke rijrichtingscheiding op de Nederlandse enkelbaanswegen (Nasir et al, 2019). Op basis van literatuuronderzoek en interviews met wegbeheerders, fabrikanten en belangenorganisaties van motorrijders zijn systeemeisen geformuleerd voor een fysieke rijrichtingscheiding op Nederlandse enkelbaans 80- en 100km/uur-wegen. Verschillende typen stalen geleiderails, een houten geleiderail, een betonnen barrier en de cable barrier zijn geëvalueerd op basis van kosten, keringsniveau , Accident Severity Index (ASI), constructiebreedte en verschillende andere factoren, waaronder criteria die specifiek gericht zijn op de veiligheid van motorrijders. De Box Beam (gesloten rechthoekige stalen koker) heeft volgens Nasir et al. (2019) het meeste potentieel als fysieke rijrichtingscheiding, vooral vanwege de lage installatie- en onderhoudskosten, de kleine inbouwbreedte en de veiligheid voor zowel motorrijders als automobilisten. De W-beam (traditionele geleiderail met W-profiel, maar dan zonder uithouders en daardoor smaller) bleek ook een acceptabel alternatief, maar heeft meer aanpassingen aan met name de bovenzijde nodig om ook veilig te zijn voor motorijders. Daarnaast wordt voor zowel voor de Box Beam als de W-beam aanbevolen om een motorrijdersbeschermingssysteem toe te voegen dat de paaltjes en de ruimte ertussen afschermt. Verder is volgens Nasir et al. (2019) meer onderzoek nodig om (a) de exacte effectiviteit van deze verbeteringen, alsmede (b) het effect op het gedrag van de bestuurders (zoals doorstroming en laterale positie) te bepalen.

Met bovenstaande afschermingsconstructies kunnen frontale ongevallen worden voorkomen op locaties waar geen mogelijkheid is om het wegprofiel te verbreden. Als er wel ruimte is om het wegprofiel te verbreden, verdient een inrichting conform het standaarddwarsprofiel uit de richtlijnen voor regionale stroomwegen de voorkeur: met een middenberm voorzien van een geleiderail (CROW, 2013). De hogere kosten zijn verdedigbaar op basis van het hoge risico van frontale ongevallen op enkelbaans N-wegen die in het beheer zijn van het rijk: deze ongevallen hadden in 2016 en 2017 respectievelijk een aandeel van 11% en 8% in het totaal aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen, terwijl in de periode 2014-2016 slechts 4% van de totale verkeersprestatie op enkelbaanswegen (1x2) plaatsvond (Rijkswaterstaat, 2018).

4.2.1.3 Overige maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen

Ook gedrags- en voertuigmaatregelen kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Een aantal relevante voorbeelden wordt genoemd, zonder uitputtend te zijn. De nadruk in deze paragraaf (*Paragraaf 4.2*) ligt immers op infrastructurele maatregelen die Rijkswaterstaat zelf kan nemen.

Introductie van in-voertuigsystemen

Een voorbeeld van een relevante voertuigmaatregel is de *introductie van '*forward collision warning'-systemen met adaptieve cruisecontrol (FCW/ACC) in combinatie met 'autonomous emergency braking' (AEB). Dergelijke systemen kunnen kop-staartaanrijdingen bij files voorkomen en sommige zijn bovendien in staat om aanrijdingen met voetgangers te voorkomen. In tegenstelling tot de gewone 'cruisecontrol', die het voertuig alleen op snelheid houdt ongeacht wat er voor het voertuig gebeurt, houdt een FCW/ACC automatisch afstand tot de voorganger en AEB zet zo nodig een noodremming in werking. Recent Amerikaans onderzoek laat zien dat personenauto's die beschikken over FCW/ACC en AEB 42% minder vaak betrokken zijn bij letselongevallen als gevolg van kop-staartaanrijdingen dan dezelfde voertuigen die niet met deze systemen waren uitgerust (Cicchino, 2016; Cicchino, 2017). Zweeds onderzoek vond een vergelijkbaar verschil per verzekerd voertuigjaar voor Volvo's met en zonder deze systemen (Isaakson-Hellman & Lindman, 2015).

Bij 16 van de 27 bestudeerde kop-staartaanrijdingen uit 2016 was het echter een vrachtauto die achterop een voorganger reed. FCW/ACC in combinatie met AEB is ook beschikbaar voor

vrachtauto's, zoals bij de Euro 6-modellen van DAF. AEB is sinds 1 november 2015 zelfs verplicht voor nieuwe vrachtauto's. Het is echter niet bekend of deze systemen bij vrachtauto's eenzelfde reductie opleveren in het aantal letselongevallen als gevolg van kop-staartaanrijdingen. Bovendien blijkt het systeem door de bestuurder uitgezet te kunnen worden. Bij twee kop-staartaanrijdingen op rijkswegen in 2017 waarbij een nieuwe vrachtauto achterop een andere vrachtauto reed, lijkt het systeem niet gewerkt te hebben. Het is onbekend wat daarvan de oorzaak was. Overigens zal het – voor zowel personen- als vrachtauto's – geruime tijd duren voordat alle voertuigen met dergelijke systemen zijn uitgerust. Zo is in het huidige Nederlandse vrachtautopark twee derde van de voertuigen maximaal tien jaar oud, en 90% maximaal twintig jaar oud (RAI, 2018b). Ervan uitgaande dat alle nieuwe vrachtauto's met FCW/ACC in combinatie met AEB zijn uitgerust, zal een substantiële penetratie van deze systemen in het Nederlandse vrachtautopark circa 15 jaar duren (85% van het park). Bij buitenlandse vrachtauto's zal het nog langer duren: Nederlandse zware voertuigen (vrachtauto's, trekkers en bussen) zijn gemiddeld vier jaar jonger dan Europese zware voertuigen (7,9 respectievelijk 11,7 jaar oud; ACEA, 2017).

Voorlichting aan weggebruikers

Voorlichting aan weggebruikers over de gevolgen van afleiding, vermoeidheid en ziekten die de rijgeschiktheid kunnen beïnvloeden, kan ook een bijdrage leveren aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Voorlichting die dichter bij de rol van Rijkswaterstaat als wegbeheerder past is voorlichting aan de weggebruiker over "Wat te doen als je bij een ongeval midden op de autosnelweg stil komt te staan?" en "Hoe verklein je de kans op een achteraanrijding als je een file nadert?". Kun je in het eerste geval het beste in de auto blijven zitten tot hulpverlening is gearriveerd of moet je altijd uitstappen, ongeacht waar je op de rijbaan bent gestrand? Ook anticiperend gedrag in de staart van de file kan een ongeval of ernstig letsel voorkomen. Daarbij kan men denken aan: zicht houden op het achteropkomende verkeer, alarmlichten aanzetten, en als de achterligger geen vaart mindert deze waarschuwen met de claxon, de omgeving scannen voor een mogelijke vluchtroute en zo nodig wegsturen uit de file. Nader onderzoek zal moeten uitwijzen wat in bovengenoemde situaties de veiligste strategie is, en hoe deze het beste naar weggebruikers kan worden gecommuniceerd.

Controles op rijsnelheid, afleiding, alcohol en drugs

De rol van een te *hoge rijsnelheid* op het ontstaan van dodelijke ongevallen kan over het algemeen worden teruggebracht door snelheidscontroles, mits de pakkans groot is en de snelheidslimiet geloofwaardig. Op auto(snel)wegen ligt cameratoezicht voor de hand. Er kan echter niet met zekerheid worden gesteld dat dergelijk toezicht ook effectief is in het voorkomen van roekeloos rijgedrag, zoals het met hoge snelheid rechts inhalen dat de aanleiding was van een aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2016 (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018). Bepaalde groepen veelplegers blijken namelijk niet sanctiegevoelig te zijn (Bieleman et al., 2014).

Tot slot zijn ook controles op *afleiding* en op *alcohol en drugs* in het verkeer relevant om het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen terug te dringen. Ook bij dergelijke controles is de effectiviteit van de maatregel afhankelijk van de pakkans.

4.2.2 Maatregelen om de ernst van de afloop van ongevallen te verminderen

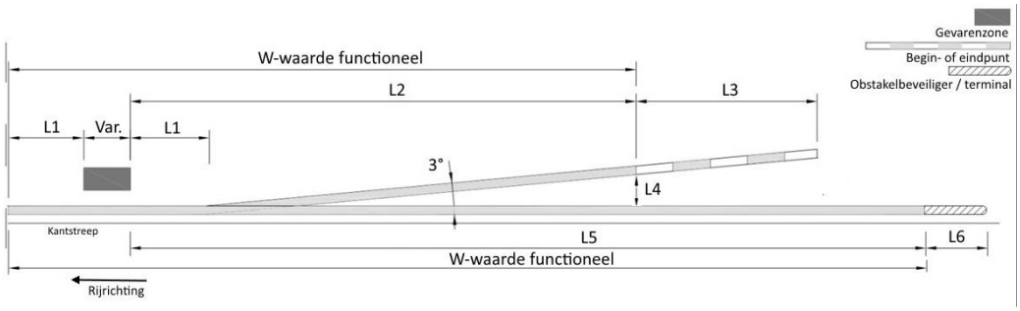
4.2.2.1 Veilige inrichting van bermen

De belangrijkste infrastructurele maatregel ter voorkoming van een dodelijke afloop van ongevallen op rijkswegen is een veilige inrichting van bermen. Daarbij kan worden gekozen voor een voldoende ruime obstakelvrije zone of voor het afschermen van obstakels met behulp van een afschermingsconstructie. In lijn met Van Petegem, Louwerse & Commandeur (2017a) bevelen we aan om beide maatregelen te combineren: een ruime obstakelvrije zone plús de toepassing van een flexibele afschermingsconstructie aan het einde van de obstakelvrije zone.

De minimale breedte van de obstakelvrije zone is afhankelijk van de snelheidslimiet ter plaatse en varieert van 6 m op een 80km/uur-weg en 10 m op een 100km/uur-weg tot 13 m op een 120km/uur-weg en 14,5 m op een 130km/uur-weg (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a; 2017b). Deze afstanden moeten leidend zijn ongeacht de richtlijnen die van kracht waren op het moment dat een weg werd aangelegd (Stipdonk et al., 2016). Dit impliceert dat een verhoging van de snelheidslimiet alleen veilig is als de breedte van de obstakelvrije zone voldoet aan bovenstaande eisen. Obstakels die binnen deze zone staan moeten zijn afgeschermd en de berm moet draagkrachtig zijn. In 2016 vonden dertien dodelijke aanrijdingen plaats met een niet-afgeschermd obstakel in de buitenberm en in 2017 waren het er zeventien. In beide jaren stond een derde van deze obstakels binnen een afstand van 10 m van de binnenkant van de kantstreep en had deze ongeacht de snelheidslimiet ter plaatse – 100, 120 of 130 km/uur – afgeschermd moeten zijn. De helft (in 2016) respectievelijk een kwart (in 2017) bevond zich verder dan 13 m van de binnenkant van de kantstreep. Dit betrof zowel bomen als greppels en watergangen. Ondanks een afstand van meer dan 13 m kwam het voertuig in botsing met een boom, reed het een talud af of raakte het te water waardoor één van de inzittenden om het leven is gekomen. Dat gold ook voor de obstakels die in de buitenberm van een rijksweg met een lagere snelheidslimiet stonden (lager dan 100 km/uur); respectievelijk één (in 2016) en drie obstakels (in 2017) werden aangereden hoewel ze buiten de voorgeschreven obstakelvrije zone stonden. Dit pleit voor het implementeren van de door Van Petegem, Louwerse & Commandeur (2017a) aanbevolen toepassing van een flexibele afschermingsconstructie aan het einde van de obstakelvrije zone. Daarmee worden ook aanrijdingen van obstakels voorkomen die buiten de obstakelvrije zone staan, en het vergroot de kans dat het voertuig door medeweggebruikers wordt opgemerkt en hulpverlening tijdig op gang komt.

Als een geleiderail wordt gebruikt om een obstakel af te schermen, dan schrijven de richtlijnen voor dat het begin van de geleiderail moet worden ingegraven en dat de geleiderail niet steiler mag oplopen dan 1:25 (zie L3 in *Afbeelding 4.1;* Rijkswaterstaat, 2017). Daarnaast moet het begin van de geleiderail horizontaal worden uitgebogen onder een hoek van 3 graden (1:20). De lengte van de uitbuiging moet zodanig zijn dat het punt waar de geleiderail op hoogte komt, buiten de obstakelvrije zone ligt (zie L4 in *Afbeelding 4.1*). De afstand tot het af te schermen obstakel moet minimaal 50 m zijn (L2).

Als het begin van de geleiderail alleen ingegraven is en niet – conform de richtlijnen – is uitgebogen, blijken voertuigen de geleiderail op te kunnen rijden of achter de geleiderail langs te kunnen rijden en in beide gevallen alsnog met het (niet goed afgeschermde) obstakel in botsing te komen (zie *Paragraaf 3.4.3*). Daarnaast leidt het oprijden van de geleiderail ertoe dat het voertuig over de kop gaat, wat de kans op dodelijk letsel vergroot, mede doordat het voertuig in dat geval minder bescherming biedt. Dergelijke ongevallen kunnen worden voorkomen door op locaties waar geen ruimte is voor een voldoende uitbuiging een obstakelbeveiliger (zoals de RIMOB) te plaatsen (zie L6 in *Afbeelding 4.1*). In dat geval moet de afstand van het begin van de geleiderail tot het af te schermen obstakel minimaal 76 m zijn (L5).



Afbeelding 4.1. Bovenaanzicht van een geleideconstructie met begin- en eindpunt ter afscherming van een obstakel of gevarenzone (Naar Rijkswaterstaat, 2017: Figuur 3-9b).

4.2.2.2 Overige maatregelen om de ernst van de afloop van ongevallen te verminderen

De afloop van ongevallen wordt ook bepaald door de veiligheid van de betrokken voertuigen en het gebruik van beveiligingsmiddelen. Gordelgebruik en de activering van airbags bieden echter slechts beperkte bescherming tegen ongevallen waarbij het voertuig over de kop gaat of waarbij een ander voertuig of object het voertuig binnendringt op andere locaties dan waar de voertuigconstructie de inzittenden daar het beste tegen beschermt. Er zijn wel 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.

De activering van de airbag kan tegenwoordig ook automatisch leiden tot locatiebepaling en alarmering van de hulpdiensten via zogenoemde eCall-systemen. Met ingang van 1 april 2018 moeten alle nieuwe typen personen- en bestelauto's zijn voorzien van eCall (Europees Parlement, 2015). Dit zal tot snellere hulpverlening leiden, met name bij ongevallen die plaatsvinden in nachtelijke uren of landelijke gebieden. Bij ten minste zeven van de ongevallen uit 2016 en 2017 werd een voertuig dat bij het ongeval betrokken was pas één of enkele uren na het ongeval opgemerkt. Snellere hulpverlening had de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen. Volgens diverse studies zal de tijd tot hulpverlening door eCall met 50% worden teruggebracht in landelijke gebieden en met 40% in stedelijke gebieden. Dat zou leiden tot een reductie van 2 tot 10% van het aantal verkeersdoden, afhankelijk van het land (Europese Commissie, 2011; Francsics et al., 2008). Voor Nederland geldt een verwachte reductie van 1-2% (Donkers & Scholten, 2008; Ligtermoet, 2011). Daarnaast kan eCall in Nederland ook leiden tot 17% minder filekosten als gevolg van ongevallen (Francsics et al., 2009).

Voorlichting aan verkeersdeelnemers over het belang van het (op de juiste wijze) dragen van de autogordel kan ook bijdragen aan een reductie van het aantal ongevallen met dodelijke afloop. Hoewel 97% van de automobilisten op wegen buiten de bebouwde kom volgens de meting in 2010 een gordel droeg (DVS, 2010), was dat in 2017 bij 12 van de 47 op rijkswegen overleden bestuurders niet het geval. De aanwezigheid van een gordelverklikker is in ieder geval geen garantie voor gordelgebruik; diverse malen bleek men de eigen gordel vastgeklikt te hebben voordat men in de stoel was gaan zitten (gordel achter het lichaam), of bleek de gordel van de bijrijdersstoel gebruikt te zijn om de gordelverklikker uit te schakelen. Naast voorlichting zou daarom ook controle op gordelgebruik de naleving van de gordeldraagplicht kunnen verbeteren en zo bijdragen aan een reductie van het aantal ongevallen met dodelijke afloop.

4.2.3 Blijven leren van ongevallen

Het is verder belangrijk om als wegbeheerder te blijven leren van ongevallen door bij elk dodelijk ongeval systematisch na te gaan welke factoren een rol hebben gespeeld bij het ontstaan en de afloop ervan en met welke aanpassingen van de infrastructuur het dodelijke ongeval voorkomen had kunnen worden (SWOV, 2018). Dit vereist een proactieve benadering en een open blik, waarbij niet de schuldvraag centraal staat maar een veilig verkeerssysteem voor huidige en toekomstige gebruikers van rijkswegen.

De verkeersveiligheidsadviseurs van Rijkswaterstaat maken sinds enkele jaren voor elk dodelijk ongeval een rapportage waarin wordt nagegaan in hoeverre de infrastructuur een rol heeft gespeeld bij het ontstaan of de afloop van het ongeval. Daarnaast wordt ook de betrokkenheid van eigen of door Rijkswaterstaat ingehuurd personeel nagegaan. Deze analyses zijn bij uitstek geschikt voor het leren van ongevallen, zowel op regionaal als landelijk niveau. Voor een overkoepelende analyse op landelijk niveau is het wenselijk deze rapportages te standaardiseren, zowel in uiterlijke zin als in benaderingswijze (proactief). Dit bevordert het leerproces in de zin dat op deze wijze eerder patronen naar voren zullen komen van vergelijkbare ongevallen. Die patronen leveren op hun beurt aanknopingspunten voor maatregelen die genomen kunnen worden om toekomstige ongevallen te voorkomen. Op termijn kunnen de rapportages ook

inzicht geven in nieuwe ontwikkelingen zoals nieuwe ongevalsfactoren maar ook ongevalsfactoren die ‘uitdoven’ door genomen maatregelen.

Dit onderzoek heeft uitgewezen dat een uitgebreide analyse van de inhoud van VOA-rapporten van dodelijke ongevallen veel aanvullend inzicht verschaft in de factoren die een rol speelden bij de aanleiding en dodelijke afloop van ongevallen op rijkswegen en onmisbaar was waar het de rol van het voertuig betrof. Ook de informatie van de basispolitiezorg is zeer nuttig gebleken, vooral waar het de rol van menselijk gedrag betrof. Beide bronnen bevatten veel meer informatie over de toedracht van ongevallen dan beschikbaar is uit BRON, zeker gezien de verdere verschraling daarvan nu de toedracht van een ongeval sinds 2016 in het geheel niet meer in BRON is opgenomen. De verkeersveiligheidsadviseurs kunnen meestal niet over de uitgebreide politie-informatie beschikken die in dit onderzoek is gebruikt. Vanuit hun expertise kunnen ze echter wel een nuttige bijdrage leveren aan de rol die de infrastructuur speelt bij het ontstaan en de afloop van ongevallen. Een analyse met gebruik van alle bronnen, inclusief VOA-rapporten, BPZ-informatie en analyserapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs levert het beste uitgangspunt om te leren van ongevallen.

Literatuur

ACEA (2017). Vehicles in use – Europe 2017. European Automobile Manufacturers Association ACEA, Brussels.

AVV (1993). Richtlijnen voor het ontwerpen van autosnelwegen ROA. Hoofdstuk III: dwarsprofielen. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer AVV, Rotterdam. ['oude' ROA]

AVV (2007). Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen (NOA). Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rijkswaterstaat, Rotterdam.

DVS (2010). Beveiligingsmiddelen in de auto 2010. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart DVS, Delft.

Bergh, T., Carlsson, A. & Moberg, T. (2005). 2+1 Roads with cable barriers – A Swedish success story. In: Compendium of papers 3rd International Symposium on Highway Geometric Design, 29 June – 1 July, Chicago, Illinois. Paper GD05-0110.

Bieleman, B. Boendermaker, M. Mennes, R. & Snippe, J. (2014). Hard op weg: onderzoek aanpak verkeersveelplegers. In opdracht van Programma Politie & Wetenschap. Politie & Wetenschap/Intraval Onderzoek & Advies, Apeldoorn/Rotterdam.

Cicchino, J.B. (2016). Effectiveness of Forward Collision Warning Systems with and without Autonomous Emergency Braking in reducing police-reported crash rates. Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), Arlington, VA.

Cicchino, J.B. (2017). Effectiveness of forward collision warning and autonomous emergency braking systems in reducing front-to-rear crash rates. Accident Analysis and Prevention, 99, p. 142-152.

CROW (2004). Handboek veilige inrichting van bermen; Niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. Publicatie 202. CROW, Ede.

CROW (2013). Handboek wegontwerp 2013 - Regionale stroomwegen 2013. Publicatie 331. CROW, Ede.

Daniello, A., & Gabler, H.C. (2011). Effect of barrier type on injury severity in motorcycle-to-barrier collisions in North Carolina, Texas, and New Jersey. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2262, p. 144-151.

Davidse, R.J. (2011). Bermongevallen: karakteristieken, ongevalsscenario's en mogelijke interventies; Resultaten van een dieptestudie naar bermongevallen op 60-, 70-, 80 en 100km/uur-wegen. R-2011-24. SWOV, Leidschendam.

Davidse, R.J., Louwerse, W.J.R., & Duijvenvoorde, K. van (2018). Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2016; Analyse van ongevals- en letselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen. R-2018-9. SWOV, Den Haag.

Derriks, H. & Driessen, L. (1994). Huidige verkeersongevallengegevens; Het topje van de ijsberg? Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rotterdam.

Donkers, E. & Scholten, J. (2008). E-call en verkeersveiligheidskansen; deel 4: De verwachte directe en indirecte effecten van e-call in Nederland. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, Rijkswaterstaat, Rotterdam.

Europese Commissie (2011). Commission staff working paper impact assessment accompanying the Commission recommendation on support for an EU-wide eCall service in electronic communication networks for thetransmission of in-vehicle emergency calls based on 112 ('eCalls'). Europese Commissie, Brussel.

Europees Parlement (2015). Verordening (EU) 2015/758 van het Europees parlement en de raad van 29 april 2015 inzake typegoedkeuringseisen voor de uitrol van het op de 112-dienst gebaseerde eCall- boordsysteem en houdende wijziging van Richtlijn 2007/46/EG. Europees Parlement, Brussel.

Francsics, J., Nuijten, M., Bangsgaard, J., Wees, K. van. et al. (2009). Impact assessment on the introduction of the eCall service in all new type-approved vehicles in Europe, including liability/ legal issues. SMART 2008/55 Final Project Report (2013)3042620 - 13/09/2013. European Commission, Brussel.

Houwing, S. (2017). De beschikbaarheid en kwaliteit van informatie over verkeersongevallen; Een beknopte analyse van de beschikbare bronnen. R-2017-15. SWOV, Den Haag.

Hu, W. & Donnell, E.T. (2010). Median barrier crash severity: some new insights. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 42, p. 1697-1704.

Isaakson-Hellman, I, & Lindman, M. (2015). Evaluation of Rear-End Collision Avoidance Technologies based on Real World Crash Data. Proceedings of the 3rd International Symposium on Future Active Safety Technology Towards zero traffic accidents (p. 471-476), 2015, Gothenburg, Sweden.

Ligtermoet, D. (2011). Het effect van eCall op de afloop van ernstige verkeersongevallen; Een inschatting op basis van politiedossiers. Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft.

Nasir, M., Simons, R., Hijner, A., Kosmidis, I. & Athanasiadis, O. (2019). Improving median safety on Dutch 80 and 100 km/h single carriageway roads. Design Project TIL5050. Delft University of Technology, Delft.

Petegem, J.W.H. van, Louwerse, W.J.R. & Commandeur, J.J.F. (2017a). Veilige bermen langs autosnelwegen: obstakelvrije zone, geleiderails of beide? R-2017-16. SWOV, Den Haag.

Petegem, J.W.H. van, Louwerse, W.J.R. & Commandeur, J.J.F. (2017b). Berminrichting langs autosnelwegen; Literatuurstudie en advies voor vergevingsgezinde bermen. R-2017-16A. SWOV, Den Haag.

RAI (2018a). Mobiliteit in cijfers; Auto's 2018-2019. RAI, Amsterdam.

RAI (2018b). Park zware bedrijfsauto's 2015-2017. RAI, Amsterdam.

Rijkswaterstaat (2017a). Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen 2017 (ROA2017). Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud (GPO), Rijswijk. ['nieuwe' ROA]

Rijkswaterstaat (2017b). Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen; Veilige Inrichting van Bermen (VIB). Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud (GPO), Rijswijk.

Rijkswaterstaat (2018). Veilig over Rijkswegen 2016; Deel A: Verkeersveiligheid landelijk beeld. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Delft.

Stipdonk, H.L., Bijleveld, F.D., Davidse, R.J., Weijermars, W.A.M., et al. (2016). De stijging in het aantal verkeersdoden op rijkswegen in 2015; Statistische analyse, bestudering van ongevallen en verkenning van mogelijke verklarende factoren. R-2016-9. SWOV, Den Haag.

SWOV (2018). DV3 – Visie Duurzaam Veilig Wegverkeer 2018-2030; Principes voor ontwerp en organisatie van een slachtoffervrij verkeerssysteem. SWOV, Den Haag.

UNECE (2009). Illustrated Glossary for Transport Statistics. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Geneva.

Zou, Y., Tarko, A.P., Chen, E., & Romero, M.A. (2014). Effectiveness of cable barriers, guardrails, and concrete barrier walls in reducing the risk of injury. In: Accident Analysis and Prevention, vol. 72, p. 55-65.

Ongevallen **voorkomen**
Letsel **beperken**
Levens **redden**

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

@swov_nl / @swov

linkedin.com/company/swov