

# Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2019

Analyse van ongevals- en letsel factoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen

R-2020-29

# SWOV



## Auteurs



Dr. R.J. Davidse



K. van Duijvenvoorde, BAsC



Ir. W.J.R. Louwerse

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

---

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2020-29
Titel:	Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2019
Ondertitel:	Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen
Auteur(s):	Dr. R.J. Davidse, K. van Duijvenvoorde, BAsC & ir. W.J.R. Louwerse
Projectleider:	Dr. R.J. Davidse
Projectnummer SWOV:	E19.19
Projectcode opdrachtgever:	31150777
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 2019 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:	45
Fotograaf:	Paul Voorham (omslag), Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2020

**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](mailto:info@swov.nl) – [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

 [@swov\\_nl](https://twitter.com/swov_nl) / [@swov](https://twitter.com/swov)  [linkedin.com/company/swov](https://www.linkedin.com/company/swov)

## Samenvatting

In opdracht van Rijkswaterstaat heeft SWOV onderzoek gedaan naar de dodelijke ongevallen die in 2019 op rijkswegen plaatsvonden. 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 2019 waren er 62 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen. De ongevalstypen die het meest voorkwamen waren:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of greppel (n=27);
- kop-staartaanrijdingen (n=22), waarvan de helft in de staart van een file; en
- frontale aanrijdingen (n=8), waarvan vier op enkelbaanswegen.

Deze 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 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, 2017 en 2018 die eerder op vergelijkbare wijze zijn onderzocht.

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, met een flexibele afschermingsconstructie aan het einde van de obstakelvrije zone daar waar zich op grotere afstand obstakels zoals steile taluds, greppels of watergangen bevinden. Daarmee is er ruimte om veilig in de berm tot stilstand te komen en wordt tegelijkertijd voorkomen dat een voertuig in botsing komt met een verder van de weg gelegen obstakel.

Ook niet-infrastructurele maatregelen, zoals gedrags- en voertuigmaatregelen kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Zo kan een systeem als AEBS, dat sinds 2015 verplicht is voor nieuwe vrachtauto's, kop-staartaanrijdingen bij files voorkomen, al is de werking van deze systemen niet gegarandeerd. Wat het gedrag betreft zijn alcohol- en drugsgebruik, afleiding, een te hoge rijsnelheid, vermoeidheid en onwelwording 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 kwart geen autogordel. De helft van de overleden inzittenden die geen gordel droegen werden geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd.

## Summary

### Fatal road crashes on national roads in 2019; Analysis of crash and injury factors and resulting potential countermeasures

Commissioned by Rijkswaterstaat, SWOV has researched the fatal crashes that occurred on Dutch national roads in 2019. The main research objective was to draw lessons from those crashes. The lessons may, in their turn, result in possible countermeasures to prevent similar crashes in the future.

On the basis of police data and image material of crash locations, the SWOV team for in-depth research studied which factors were at play in the occurrence and outcome of each crash. Subsequently, it was determined which crash patterns regularly recur and which factors are involved in these patterns.

In 2019, 62 fatal crashes occurred on national roads. The most common crash types were:

- crashes involving an obstacle in the verge, such as a tree or ditch (n=27);
- rear-end collisions (n=22), half of which occurred at the tail end of a traffic jam;
- head-on crashes (n=8), of which four occurred on single-carriageway roads.

These crashes occurred because of a combination of a road user's inattention or (conscious) risk-taking and a road layout (including the road shoulder) which does not leave much room for human error. In a small part of the crashes, a vehicle defect also came into play. Given the large number of run-off-road crashes, the severity of the crash outcomes was, to a large extent, determined by the layout of the verge. These results strongly correspond to the findings on fatal crashes on national roads in 2016, 2017 and 2018, which were previously and similarly studied.

The most common factors contributing to the occurrence and outcome of the crashes studied led the selection of promising countermeasures which could prevent (a fatal outcome of) similar crashes in the future. The focus was on infrastructural countermeasures since, as a road authority, Rijkswaterstaat could implement these itself. The most promising countermeasure to considerably reduce the number of fatal crashes on national roads focuses on an obstacle-free layout of the verge: road shoulders with a spacious obstacle-free zone suited to the local speed limit, with a flexible protective structure at the end of the obstacle-free zone where steep side slopes, ditches and watercourses are located at a distance. This would create more room for vehicles to stop on the road shoulder safely and, simultaneously, to prevent a vehicle from colliding with an obstacle situated somewhat further from the carriageway.

Measures unrelated to infrastructure, such as behavioural measures and vehicle measures, may also contribute to a reduction of fatal crashes on national roads. Thus, a system such as AEBS, mandatory for new trucks since 2015, may prevent rear-end crashes in traffic jams, even though the effect of such systems cannot be guaranteed. Regarding behaviour, the use of alcohol and drugs, distraction, speeding, fatigue and loss of consciousness are the most important factors deserving attention. In addition, benefits are to be gained by the (correct) use of seatbelts. Of the

deceased vehicle occupants whose seatbelt use was registered, about a quarter had not worn seatbelts. Half of the deceased occupants who had not worn seatbelts were partially or completely ejected from the vehicle.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>10</b>
2.1	Algemene werkwijze	10
2.2	De beschikbare informatie	10
2.2.1	Informatie van RWS-WVL	10
2.2.2	Politie-informatie	11
2.2.3	Openbare informatie	11
2.2.4	Beeldmateriaal van rijkswegen	12
2.3	Uitgevoerde analyses	12
2.4	Workshop	13
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>14</b>
3.1	Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen	14
3.2	Algemene ongevalskenmerken	15
3.3	Ongevalstypen	19
3.3.1	Obstakelongevallen	19
3.3.2	Kop-staartaanrijdingen	20
3.3.3	Frontale aanrijdingen	21
3.4	Aanleiding van ongevallen	22
3.4.1	De rol van de betrokken verkeersdeelnemers	22
3.4.2	De rol van de betrokken voertuigen bij het ontstaan van ongevallen	24
3.4.3	De rol van de infrastructuur bij het ontstaan van ongevallen	25
3.5	Factoren die de ernst van de afloop bepalen	26
3.5.1	Inrichting van bermen	26
3.5.2	Voertuigveiligheid	31
3.5.3	Gebruik van beveiligingsmiddelen	32
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>34</b>
4.1	Conclusies	34
4.2	Aanbevelingen	35
4.2.1	Maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen	35
4.2.2	Maatregelen om de ernst van de afloop van ongevallen te verminderen	38
4.2.3	Blijven leren van ongevallen	41
	<b>Literatuur</b>	<b>42</b>



# 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 wil de ontwikkelingen in ongevalsfactoren graag blijven monitoren. Daarom heeft SWOV ook de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2016, 2017 en 2018 geanalyseerd (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020) en doet dit rapport verslag van het SWOV-onderzoek naar de dodelijke ongevallen in 2019. Rijkswaterstaat wil 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 2019 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, 2016, 2017 en 2018.

De opbouw van dit rapport is identiek aan die van de voorgaande rapporten. In *Hoofdstuk 2* staat beschreven welke gegevens voor dit onderzoek zijn gebruikt en hoe deze zijn geanalyseerd. Die methodiek is grotendeels ongewijzigd en de tekst is daarmee nagenoeg identiek aan de tekst van Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse (2020). 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. De bevindingen over 2019 zijn daarbij leidend, waarna deze worden vergeleken met de situatie in de voorgaande jaren. Ter verduidelijking van de herkomst van de bevindingen worden de jaartallen daarbij **vetgedrukt** weergegeven. 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, 2017 en 2018 heeft gedaan (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020). 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 2019 (zie *Paragraaf 2.2.1*). Het SWOV-team voor diepteonderzoek heeft die informatie aangevuld met politie-informatie (zie *Paragraaf 2.2.2*) en eventuele 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 Street Smart (CycloMedia). 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 (verkeersveiligheidsadviseurs) 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 en analyse 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 verkeersdeelnemers 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 verkeersveiligheidsadviseurs. Volgens het overzicht van Rijkswaterstaat hebben er in 2019 in totaal 60 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen plaatsgevonden, waarbij 74 verkeersdeelnemers zijn overleden. Daarin zijn de onwelwordingen en suicides niet meegenomen. Ook ongevallen die op een kruispunt met het onderliggend wegennet hebben plaatsgevonden zijn niet meegeteld. Deze zijn echter wel meegeleverd aan SWOV, zodat de ongevallen die volgens de politie-informatie wel aan de definitie voldeden (zie *Paragraaf 3.1*), toch meegenomen konden worden. Voor 57 van de 60 ongevallen uit de selectie van Rijkswaterstaat waren analyserapporten beschikbaar.

### 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 alcohol- en drugsgebruik zijn nagegaan (inclusief resultaat) en werken ze eventuele verhoren uit. Bij ernstige verkeersongevallen worden de verkeersongevallenanalisten (VOA) van de politie ingeschakeld. Zij leggen de ongevalsituatie 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 beveiligingsmiddelen) 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 2019 op rijkswegen plaatsvonden. 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 2019 op rijkswegen 67 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 80 verkeersdeelnemers zijn overleden. Voor 66 van deze 67 ongevallen heeft SWOV de informatie uit BVH ontvangen, waaronder de uitgewerkte verhoren. Daarnaast heeft SWOV voor 64 van de 67 verkeersongevallen informatie van de VOA ontvangen. Bij twee van de drie ongevallen waar dat niet het geval was, had de VOA geen onderzoek verricht. Van het derde ongeval heeft SWOV ook geen informatie uit BVH ontvangen. 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 waarvan nog geen media-informatie voorhanden was en het SWOV-team vragen had over de situatie ten tijde van het ongeval, heeft het 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 Street Smart (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, dat wil zeggen 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

Drie ervaren leden van het SWOV-team voor diepteonderzoek hebben de bovengenoemde informatie bestudeerd. Een teamlid – civiel ingenieur – heeft zich geconcentreerd op de inrichting van de weg. De twee andere teamleden – een forensisch onderzoeker en een verkeerspsycholoog – hebben de ongevallen onderling verdeeld en hebben voor die ongevallen zowel de analyserapporten als de politie-informatie doorgenomen en hebben 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 teamleden hielden elkaar op de hoogte van hun bevindingen per ongeval, waarna de resultaten van de civiel ingenieur en de ‘analisten’ zijn samengevoegd. Zo combineerden de forensisch onderzoeker en 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 voertuig-specialist 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 2019 op rijkswegen 62 dodelijke verkeersongevallen te hebben plaatsgevonden. Dit is een combinatie van de ongevallen uit het bestand van RWS-WVL en BRON; sommige ongevallen uit het ene bestand waren niet opgenomen in het andere en andersom.

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 inclusief de eventuele invloed van alcohol, drugs en medicijnen;
- de inrichting van de weg inclusief de naastgelegen bermen;
- de technische staat van de voertuigen;
- 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 of getuigen, uitgelezen telefoons, de uitslag van een bloedanalyse (alcohol, drugs en medicijnen), de berekening van de rijsnelheid door de VOA, fotomateriaal (zoals van gordels, airbags of de eindpositie van een voertuig) of een door het SWOV-team uitgevoerde meting van de afstand van een obstakel tot de binnenkant van de kantmarkering. De politie voert dergelijk onderzoek niet bij alle ongevallen uit, waardoor de rol van deze factoren in werkelijkheid groter zal zijn. De in *Hoofdstuk 3* genoemde aantallen geven derhalve de ondergrens aan.

Voor de obstakelongevallen waarbij een weggebruiker in de berm in botsing kwam met een niet-botsveilig object, zoals een boom of greppel, is SWOV 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 online 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 aan de hand van specifieke ongevalslocaties 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 2019. 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* geven we op basis van de definitie van een dodelijk verkeersongeval aan welke ongevallen we wel en welke we niet hebben geanalyseerd. 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 berm, 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, 2016, 2017 en 2018**, zoals gerapporteerd in respectievelijk Hoofdstuk 3 van Stipdonk et al. (2016), in Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde (2018; 2019) en Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse (2020). 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, 2017 en 2018** en die over **2019**.

### 3.1 Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen

In 2019 vielen er als gevolg van verkeersongevallen op Nederlandse wegen in totaal 661 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 2019 in totaal 60 dodelijke ongevallen op rijkswegen plaatsgevonden, waarbij 74 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 2019 op rijkswegen 67 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 80 verkeersdeelnemers zijn overleden.

Het verschil tussen het aantal dodelijke ongevallen volgens het bestand van RWS-WVL (60) en BRON (67) 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 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 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 aangeleverde ongevallen op rijkswegen voldoen aan de definitie van een dodelijk verkeersongeval, heeft het SWOV-team alle ongevallen doorgenomen. Op basis van de aanvullende informatie van de politie heeft het team geconcludeerd dat er in 2019 in totaal 62 dodelijke verkeersongevallen op een rijksweg plaatsvonden, als gevolg waarvan 75 verkeersdeelnemers kwamen te overlijden. Rijkswegen zijn alle wegen in beheer van het Rijk. Dat zijn hoofdzakelijk autosnelwegen, maar ook autowegen en enkele gebiedsontsluitingswegen. Al deze wegen hebben een A- of N-nummer (zoals A1 of N36).

## 3.2 Algemene ongevalskenmerken

Als referentiekader wordt in deze paragraaf beschreven wat de algemene kenmerken zijn van de 62 dodelijke ongevallen op rijkswegen uit 2019: 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 plaatsvonden. Met die lessen kunnen maatregelen worden genomen om vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen.

### Snelheidslimiet ter plaatse

Tabel 3.1 laat zien dat de helft van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2019** (30 van de 62) plaatsvond bij een op dat moment geldende snelheidslimiet van 130 km/uur. Dit aandeel is groter dan in voorgaande jaren, toen het aandeel ruim een derde was. Het aantal ongevallen op 120km/uur-wegen lag net als in **2018** lager: een zesde respectievelijk een zevende in plaats van een kwart in de jaren **2016** en **2017**. Volgens cijfers van Rijkswaterstaat had 37% van de rijkswegen (in km weglengte) op 1 januari 2020 een 'vaste' snelheidslimiet van 130 km/uur; 5% had een variabele limiet (100/130 of 120/130). Op 15% van de rijkswegen gold een 'vaste' snelheidslimiet van 120 km/uur (persoonlijke communicatie Rijkswaterstaat, 2020). Deze aandelen in de totale weglengte zijn vergelijkbaar met voorgaande jaren. Op 1 januari 2019 en 2018 had respectievelijk 41% en 39% van de rijkswegen een 'vaste' snelheidslimiet van 130 km/uur, 5% een variabele limiet (100/130 of 120/130) en respectievelijk 13% en 14% een 'vaste' limiet van 120 km/uur (persoonlijke communicatie Rijkswaterstaat, 2020).

Tabel 3.1. Snelheidslimiet op het moment van het ongeval.

Snelheidslimiet	Aantal ongevallen			
	2019	2018	2017	2016
Tijdelijke limietverlaging vanwege werkzaamheden of file (50-90 km/uur)	3	3	1	4
Limiet lokaal lager dan 100 km/uur vanwege kruispunt met onderliggend wegennet of bijzondere situatie (boog, toe-/afrit of benzinstation, fietspad in beheer van Rijk)	2	8	3	3
70 km/uur	0	0	2	2
80 km/uur	6	9	4	7
100 km/uur	12	15	13	12
120 km/uur	9	13	15	19
130 km/uur	30	27	25	26
<b>Totaal</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>73</b>

#### Licht- en weersomstandigheden op het moment van het ongeval

De lichtomstandigheden op het moment van het ongeval zijn weergegeven in Tabel 3.2. Net als in de voorgaande jaren vond de helft van de ongevallen plaats bij daglicht. Van de 30 ongevallen die in 2019 bij duisternis of schemer plaatsvonden, brandde bij 12 ongevalslocaties de openbare verlichting. Bij vier andere locaties was ook openbare verlichting aanwezig, maar deze was op twee locaties uitgeschakeld (tussen 23:00 en 5:00 uur) en bij twee andere locatie was het niet bekend of de aanwezige verlichting brandde. Op 14 ongevalslocaties was geen openbare verlichting aanwezig.

Tabel 3.2. Lichtomstandigheden op het moment van het ongeval.

Lichtomstandigheden	Aantal ongevallen			
	2019	2018	2017	2016
Daglicht	32	46	34	42
Donker/schemer met brandende openbare verlichting	12	11	12	9
Donker/schemer met openbare verlichting maar onbekend of deze brandde	2	1	2	2
Donker/schemer zonder brandende openbare verlichting (uitgezet)	2	5	1	2
Donker/schemer zonder openbare verlichting	14	12	14	18
<b>Totaal</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>73</b>

Het merendeel van de ongevallen (meer dan driekwart) vond plaats bij droge weersomstandigheden, net als in voorgaande jaren. Bij vijf ongevallen viel er (vermoedelijk) neerslag in de vorm van (miezer)regen of sneeuw, en eenmaal was er sprake van dichte mist. Bij ongeveer een kwart van de ongevallen was het wegdek nat of vochtig. In het geval van regen heeft ZOAB (zeer open asfalt beton) – naast een kortere remweg door betere grip van de banden – als voordeel dat er minder spatwater ontstaat; daardoor behouden weggebruikers het zicht op voorliggend verkeer. Drie van de vijf ongevalslocaties waar neerslag viel op het moment van het ongeval was voorzien van ZOAB. Bij een van de vijf ongevallen speelde het natte wegdek een rol bij het ontstaan van het ongeval. Een personenauto raakte bij een uitwijkmanoeuvre in een slip en botste alsnog tegen het stilstaande voertuig dat de automobilist wilde ontwijken. De slip werd echter mede veroorzaakt door de vloeistoffen die het stilstaande voertuig had gelekt.



### Kenmerken van de overleden verkeersdeelnemers

Tabel 3.3 geeft de leeftijd en sekse van de overleden verkeersdeelnemers weer. In vergelijking met voorgaande jaren zijn er onder 18- t/m 24-jarigen meer dodelijke slachtoffers gevallen; 21 in **2019** tegenover respectievelijk 7, 12 en 11 in **2016**, **2017** en **2018**. Een belangrijke reden voor dit verschil is dat in **2019** twee ongevallen plaatsvonden waarbij in totaal acht doden onder jonge mannen vielen, waarvan vijf in de leeftijd van 18 t/m 24 jaar. Ook het aantal slachtoffers onder vrouwen van 18 t/m 24 jaar lag in 2019 echter hoger dan in voorgaande jaren; acht in **2019** tegenover een in **2016**, drie in **2017** en twee in **2018**. Het aantal dodelijke slachtoffers onder 40- t/m 49-jarigen lag in 2019 juist lager dan in de voorgaande jaren: drie in **2019** tegenover 15 in **2016** en 11 in zowel **2017** als **2018**. Aan deze verschillen moet echter niet te veel waarde worden gehecht. De kans op toevallige fluctuaties is namelijk groot door de kleine aantallen ongevallen. Dit wordt bevestigd door de invloed van twee ongevallen op het aantal dodelijke slachtoffers onder jonge mannelijke verkeersdeelnemers.

In **2019** kwamen ongeveer twee keer zoveel mannen als vrouwen om het leven op rijkswegen (Tabel 3.3). In voorgaande jaren was het verschil groter, met jaarlijks drie keer zoveel mannelijke als vrouwelijke verkeersdoden. Landelijk gezien leggen mannen als auto-inzittende (bestuurder of passagier) ongeveer anderhalf keer zoveel kilometer af als vrouwen. De verhouding onder de verkeersdoden lijkt dat nu te reflecteren, al kan ook hier sprake zijn van een toevallige fluctuatie.

Tabel 3.3. Leeftijd en sekse van de verkeersdeelnemers die in 2019 overleden als gevolg van een verkeersongeval op een rijksweg.

Leeftijd	Man	Vrouw	Totaal
0-17 jaar	2	0	2
18-24 jaar	13	8	21
25-29 jaar	9	3	12
30-39 jaar	9	3	12
40-49 jaar	3	0	3
50-59 jaar	6	2	8
60-69 jaar	3	5	8
70-79 jaar	2	4	6
80+	1	2	3
<b>Totaal</b>	<b>48</b>	<b>27</b>	<b>75</b>

Van de 75 overledenen namen er 48 als bestuurder deel aan het verkeer en 24 als passagier. De overige drie waren voetganger<sup>1</sup>. Tabel 3.4 laat zien dat driekwart van de verkeersdeelnemers die als gevolg van het ongeval kwamen te overlijden, inzittenden waren van een personenauto. Ruim de helft daarvan was een passagier.



1. Auto-inzittenden die vanwege pech(hulp) of een eerdere aanrijding hun voertuig verlieten en op de rijbaan stonden werden als voetganger gerekend.

Tabel 3.4. Vervoerswijze van de op rijkswegen overleden verkeersdeelnemers.

Vervoerswijze overleden slachtoffer	Aantal overleden slachtoffers			
	2019	2018	2017	2016
Voetganger	3	4	4	8
Fietser*	1	5	1	1
Motorrijder	6	9	8	5
Personenauto (incl. passagiers)	57	50	45	56
Bestelauto of -bus	4	8	8	6
Vrachtauto/Trekker met oplegger	4	6	5	4
<b>Totaal</b>	<b>75</b>	<b>82</b>	<b>71</b>	<b>80</b>

\* In 2018 inclusief één scootmobielrijder en één bromfietser.

### 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 (zie Tabel 3.5). De meest voorkomende 'botspartner' was echter een object of obstakel, al dan niet na een eerdere botsing met een voertuig. Een van deze objecten was overigens een stilstaande pijlwagen, die in de onderstaande tabel bij de vrachtauto's is ondergebracht omdat het een stilstaand object óp de rijbaan betreft in plaats van ernaast. Daarmee komt het totaal aan objecten en obstakels op 27. Daarbij zijn zowel de botsveilige objecten (geleiderails en pijlwagens die van een bots-absorber zijn voorzien) 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 met de verdeling naar 'botspartner' in de periode 2016-2018 leert dat deze min of meer vergelijkbaar is. Bij de obstakels valt wel op dat het aantal aanrijdingen van vaste obstakels zoals portalen in 2019 hoger ligt dan in voorgaande jaren. Het aantal aanrijdingen met een talud of greppel ligt daarentegen lager.

Tabel 3.5. Voertuig of object waarmee het voertuig van de overleden verkeersdeelnemer of een voetganger op een rijksweg 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	2019	2018	2017	2016
Geen botspartner of object (eenzijdig ongeval)	0	1	1	0
Object of obstakel*	26	29	25	23
Geleiderail of ander botsveilig object	9	11	7	7
Boom	4	5	6	5
Vast obstakel zoals portaal of wegwijzer	6	2	3	3
Talud/greppel/geluidsscherm/wand	3	9	7	5
Watergang	4	2	2	3
Motor-/brom-/snorfiets/fiets	1	1	1	0
Personenauto	16	19	15	20
Bestelauto	3	4	1	2
Vrachtauto (Incl. Trekker met of zonder oplegger, Pijlwagen en Mobiele rijstrooksignalering)	16	21	19	25
Overig zwaar verkeer (bus of landbouwvoertuig)	0	0	1	3
<b>Totaal</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>73</b>

\* Pijlwagens en mobiele rijstrooksignalering zijn in deze tabel ondergebracht bij de vrachtauto's.

### 3.3 Ongevalstypen

Alle 62 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 3.6* 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 de typering van het ongeval.

Obstakelongevallen waren het meest voorkomende ongevalstype met een dodelijke afloop in **2019** op rijkswegen, gevolgd door kop-staartaanrijdingen. Uit *Tabel 3.6* valt af te leiden dat deze ongevalstypen ook in de voorgaande jaren (**2015-2018**) het meest voorkwamen. Net als in **2017** en **2018** kwamen voetgangerongevallen met dodelijke afloop in **2019** minder vaak voor dan in de jaren daarvoor (**2015** en **2016**). De voetgangers waren eerst inzittende van een personenauto of bus maar waren uitgestapt vanwege pech.

*Tabel 3.6. Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen naar ongevalstype.*

Type ongeval	Aantal ongevallen				
	2019	2018	2017	2016	2015
Eenzijdig	0	1	1	0	5
Obstakel (incl. aanrijdingen geleiderail)*	27	32	25	21	28
Kop-staart	22	23	21	27	16
Frontaal	8	6	8	10	6
Voetganger	2	4	4	8	7
Overig/onbekend	3	9	4	7	13
<b>Totaal</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>73</b>	<b>75</b>

\* Aanrijdingen met pijlwagens en mobiele rijstrooksignalering zijn in deze tabel ondergebracht bij de obstakelongevallen.

In de volgende paragrafen geven we een algemene beschrijving van de ongevallen van de drie meest voorkomende ongevalstypen in **2019**: obstakelongevallen, kop-staartaanrijdingen en frontale aanrijdingen.

#### 3.3.1 Obstakelongevallen

Ruim een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2019** was het gevolg van een aanrijding met een geleiderail of obstakel. De helft van deze ongevallen begon op rijstrook 1, tellend vanaf de linkerzijde van de rijbaan (bij de middenberm). Bij een deel van de ongevalslocaties was er echter slechts één rijstrook, zoals op de afrit van een autosnelweg. Een derde van de obstakelongevallen begon in een bocht: op de hoofdrijbaan, een afrit of verbindingsboog. Nadat de bestuurder van het voertuig uit koers was geraakt, 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. In *Paragraaf 3.5.1* wordt uitgebreid ingegaan op de objecten waarmee de bestuurders – hoofdzakelijk automobilisten, maar ook vier motorrijders – 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, vermoeidheid, onwelwording, en een abrupte stuurmanoeuvre tot een kop-staartaanrijding waarbij een andere

verkeersdeelnemer met hoge snelheid achterop kwam, waarna het voorste voertuig in de berm raakte. Bij een derde 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 veelal 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, alcohol- en/of drugsgebruik. Dat is echter lang niet bij alle ongevallen het geval.

### 3.3.2 Kop-staartaanrijdingen

Bij 10 van de 22 kop-staartaanrijdingen in **2019** vond de aanrijding plaats in de staart van een file. Bij deze filegerelateerde kop-staartongevallen zaten de overleden verkeersdeelnemers even vaak in het voertuig dat achterop reed (n=5) als in het voertuig dat van achteren werd aangereden (n=5). Zes van de tien voertuigen die op een file inreden waren vrachtauto's, tweemaal was het een bestelauto en tweemaal een personenauto. De ongevallen vonden nagenoeg allemaal (8 van de 10) plaats op de meest rechtse rijstrook. Bij drie ongevallen lijkt afleiding een rol te hebben gespeeld bij het niet opmerken van de file; tweemaal door telefoongebruik en eenmaal door een waarschuwingssignaal van de auto. Bij twee andere ongevallen, waarbij een vrachtautochauffeur achterop een file reed, was er sprake van vermoeidheid respectievelijk onwelwording. Bij de andere vijf ongevallen was het onbekend waarom de achterste weggebruiker de file niet had opgemerkt. Vier van deze vijf bestuurders reden op een rechte weg achter een vrachtauto. Mogelijk heeft die combinatie het zicht op de staart van de file beperkt.

Vier van de tien locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren voorzien van (werkende) verkeerssignalering (matrixborden of lokale filebeveiliging). Vier van de andere zes locaties stonden wel bekend als filegevoelig, maar waren niet voorzien van verkeerssignalering. Voertuigen voorzien van AEBS of soortgelijke systemen kunnen de bestuurder ook waarschuwen en in noodgevallen zelf ingrijpen door een noodstop te maken. Van twee voertuigen die achterop een file reden is bekend dat ze voorzien waren van een dergelijk systeem, maar dit heeft niet ingegrepen.

Ook in de periode **2015-2017** vond ongeveer de helft van de kop-staartaanrijdingen plaats bij de staart van een file. Een derde van de locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond was voorzien van verkeerssignalering (n=11). In vijf van de elf gevallen stond deze signalering uit, deels omdat deze nog niet in bedrijf was. In **2018** vond een derde van de kop-staartaanrijdingen plaats bij de staart van een file en was de helft van de ongevalslocaties voorzien van verkeerssignalering (n=8). Deze verkeerssignalering was in drie van de acht gevallen niet in werking; er was sprake van een storing of de file had de signalering nog niet 'getriggerd'. Een locatie stond wel bekend als filegevoelig, maar was niet voorzien van verkeerssignalering.

Bij de twaalf kop-staartaanrijdingen in **2019** waarbij *geen* sprake was van een file, was in veel gevallen ook sprake van een groot snelheidsverschil. In de helft van de gevallen (n=6) stond het voorste voertuig namelijk stil en eenmaal reed een automobilist met hoge snelheid achterop een voorligger die veel langzamer reed dan de snelheidslimiet. Twee voertuigen die stil stonden op de rijbaan waren daar gestrand na een eerder ongeval en twee andere voertuigen stonden met pech of zonder benzine op de rijbaan. Het vijfde voertuig stond aan het eind van een afrit stil voor verkeerslichten en werd aangereden door een automobilist die onwel was geworden. Het zesde voertuig remde om onbekende reden af en bleef op de rijbaan stilstaan. Het ontbreken van openbare verlichting en de gedoofde voertuigverlichting van de gestrande voertuigen hebben vermoedelijk een rol gespeeld bij het niet opmerken van deze voertuigen. Negen van de twaalf ongevallen vonden plaats in het donker en bij zeven van deze negen locaties was geen openbare verlichting aanwezig. Bij een van de laatstgenoemde locaties was bovendien sprake van dichte mist. Bij drie van de twaalf kop-staartaanrijdingen speelde afleiding door telefoongebruik een rol bij het niet opmerken van de voorligger. Bij vier van de twaalf ongevallen was een van de betrokken bestuurders (vermoedelijk) onder invloed van alcohol of drugs.

In voorgaande jaren (**2016-2018**) was de aanleiding van de niet-filegerelateerde aanrijdingen vergelijkbaar met 2019. Bij de zeven kop-staartaanrijdingen in **2018** was in veel gevallen ook sprake van een groot snelheidsverschil. Driemaal reed een automobilist met hoge snelheid (en tweemaal onder invloed van alcohol) achterop een voorligger. In twee van de drie gevallen reed deze voorligger met een snelheid die ruim *onder* de snelheidslimiet lag. Tweemaal botste een automobilist achterop een voertuig dat vanwege een voertuigdefect op de rijbaan stilstond en eenmaal botste iemand die onwel was geworden op een voorligger die aan het eind van een afrit stilstond voor verkeerslichten. Bij het zevende ongeval draaide een personenauto na een eerdere aanrijding om zijn as, waarna deze werd aangereden door een achteropkomende vrachtauto. In **2017** waren er 12 niet-filegerelateerde kop-staartaanrijdingen. Ook daar was sprake van grote snelheidsverschillen door enerzijds een te hoge en anderzijds een relatief lage rijnsnelheid, stilstaande voertuigen op de rijbaan, alcoholgebruik en onwelwording. In **2016** was bij zeven van de 14 kop-staartongevallen zonder file sprake van roekeloos rijgedrag (hoge rijnsnelheid 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.

### 3.3.3 Frontale aanrijdingen

De frontale aanrijdingen waren hoofdzakelijk aanrijdingen op enkelbaanswegen (n=4) en spookrijongevallen (n=3). Daarnaast vond er een frontaal ongeval plaats tussen een motorrijder en een fietser, op de parallelweg van een autosnelweg.

#### Frontale aanrijdingen op enkelbaanswegen

In **2019** vonden vier van de in totaal acht frontale ongevallen plaats op een enkelbaansweg (limiet tweemaal 80 en tweemaal 100 km/uur), waar de rijrichtingen uitsluitend gescheiden waren door een dubbele asmarkering, al dan niet met groene vulling (op beide 100km/uur-wegen). Al deze ongevallen ontstonden doordat een automobilist – om onbekende reden – op de andere weghelft terecht kwam en daar in botsing kwam met een tegenligger. In twee gevallen was de tegenligger een personenauto, eenmaal een bestelbus en eenmaal een vrachtauto. Als gevolg van deze vier ongevallen op enkelbaanswegen kwamen vier inzittenden te overlijden; driemaal de automobilist die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen of zijn passagier, en eenmaal degene met wie hij in botsing was gekomen. Daarnaast raakten twee automobilisten zwaargewond.

De ongevallen uit de periode **2015-2018** gaven eenzelfde beeld. In **2018** vonden vier van de in totaal zeven frontale ongevallen plaats op een enkelbaansweg (limiet tweemaal 80 en tweemaal 100 km/uur), waar de rijrichtingen uitsluitend gescheiden waren door een (dubbele) asmarkering, al dan niet met groene vulling. In drie van de vier gevallen was de tegenligger een vrachtauto en eenmaal een personenauto. Als gevolg van deze vier ongevallen op enkelbaanswegen kwamen vier inzittenden te overlijden; driemaal de automobilist die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen, en eenmaal degene met wie hij in botsing was gekomen. In **2017** vonden vijf van de in totaal acht frontale ongevallen plaats op een enkelbaansweg (limiet tweemaal 80 en driemaal 100 km/uur). 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. Vijfmaal betrof het overleden slachtoffer de automobilist die op de verkeerde weghelft terecht was gekomen, en eenmaal ook degene met wie hij in botsing was gekomen. 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. In **2015** vonden twee 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

Drie andere dodelijke frontale ongevallen in **2019** betroffen een aanrijding met een spookrijder. In twee gevallen is een automobilist in verwarde toestand ter hoogte van een toerit op de rijbaan gekeerd en tegen het verkeer in gaan rijden. De andere spookrit begon doordat een automobilist onwel raakte en via de niet-afgeschermd brede middenberm (30 m) van een autosnelweg op de andere rijbaan terecht kwam. Bij deze drie ongevallen kwamen vijf mensen om het leven en raakten twee automobilisten ernstig gewond (tegenpartij).

In de periode **2016-2018** vonden er jaarlijks twee spookrijongevallen plaats. In alle gevallen was de spookrit zeer waarschijnlijk begonnen doordat een automobilist via een afrit de autosnelweg opreed, hoewel niet altijd duidelijk was welke afrit dat precies was. In **2018** was bij één spookrijongeval de andere rijbaan, waar de spookrijder normaal gesproken had moeten rijden, afgesloten vanwege een spoedreparatie. Mogelijk heeft dit tot verwarring geleid. Bij de twee spookrijongevallen kwamen in totaal vier mensen om het leven; alle betrokkenen zaten alleen in de auto. In **2017** was de spookrijder in beide gevallen een jonge automobilist. In één van beide gevallen heeft de bewegwijzering van een omleidingsroute samen met de lay-out van een verkeerslicht (vallende pijl) vermoedelijk een rol gespeeld bij het abusievelijk oprijden van de afrit van de autosnelweg. Bij de twee spookrijongevallen kwamen in totaal vier mensen om het leven; alle betrokkenen zaten alleen in de auto. In **2016** was de spookrijder in beide gevallen een oudere automobilist die zeer waarschijnlijk via een afrit de autosnelweg is opgereden. De inrichting van de afrit heeft dat niet onmogelijk gemaakt. Bij deze twee spookrijongevallen kwamen in totaal vijf mensen om het leven en raakten vier mensen ernstig gewond. 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.

## 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, drugs, afleiding, vermoeidheid, medische conditie) 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 met 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 heeft SWOV zelf onderzocht door via Street Smart (CycloMedia) het wegverloop in aanloop tot de ongevalslocatie te bekijken, de afstand van obstakels tot de rijbaan op te meten, de boogstraal van eventuele bochten op te meten en de geldende snelheidslimiet 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 **2019** zijn alcohol- en/of drugsgebruik, hoge rijsnelheid, afleiding, vermoeidheid en onwelwording. Voor een kwart van de ongevallen was het onbekend welke (combinaties van) gedragingen een rol speelden bij het ontstaan van het ongeval.

Voor zover bekend speelde **alcoholgebruik** een rol bij vier van de 62 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 twee andere ongevallen ook sprake was van 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 22 van de 62 ongevallen was geen van de betrokkenen getest op alcoholgebruik. Bij zes van de betrokken bestuurders werd **drugsgebruik** geconstateerd. Driemaal via een indicatieve speekseltest en driemaal (ook) via bloedonderzoek. Dit varieerde van cannabis, amfetamine tot cocaïne. In ten minste een van de zes gevallen was er sprake van een combinatie van drugs- en alcoholgebruik. Er is echter niet in alle gevallen ook op alcoholgebruik getest. Bij drie andere ongevallen bestaat er het vermoeden van drugsgebruik; tweemaal betrof het cannabis en eenmaal lachgas.

Bij zeven ongevallen heeft de politie vastgesteld dan wel geconcludeerd dat één van de betrokken bestuurders met een **te hoge snelheid** reed. In ten minste drie van de zeven 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 of drugs. Naast bovengenoemde ongevallen waarbij een te hoge rijsnelheid was vastgesteld, dan wel geconcludeerd, 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 drie ongevallen speelde **roodlichtnegatie** van een van de betrokken verkeersdeelnemers een rol bij het ontstaan van het ongeval. Tweemaal was de roodlichtnegatie onbewust: de automobilist dacht dat zijn verkeerslicht op groen stond of sprong en vervolgde zijn weg. Het groene verkeerslicht hoorde echter bij een andere rijstrook. In het derde geval reed een fietser door een rood verkeerslicht. In alle drie de gevallen zat degene die bij het ongeval kwam te overlijden in of op het voertuig dat het rood licht negeerde; tweemaal de bestuurder en eenmaal een passagier.

Bij ten minste zeven van de 62 ongevallen was er volgens de politie-informatie sprake van onoplettendheid door **afleiding** zoals bellen, het bedienen van de smartphone of andere activiteiten waarbij de aandacht of blik niet op het verkeer is gericht. Het is echter aannemelijk dat onoplettendheid bij meer ongevallen een rol heeft gespeeld. Voor een deel van de ongevallen zijn er bovendien getuigenverklaringen 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 ten minste vijf ongevallen speelde volgens de politie-informatie **vermoeidheid** een rol. De bestuurder werd wakker nadat hij in de (midden)berm raakte of door een waarschuwing of correctie van de rijder. Hij kon het voertuig echter niet meer onder controle krijgen of tijdig terugsturen naar de eigen rijstrook en botste met een obstakel of een andere weggebruiker.

Ook bestuurders die **tijdelijk onwel** werden konden niet voorkomen dat ze in botsing kwamen met een obstakel of andere weggebruiker. Bij ten minste vier ongevallen was er sprake van een onwelwording, al was de medische reden daarvoor niet altijd op te maken uit de politie-informatie. Voor zover bekend varieerde deze van een herseninfarct of TIA tot hartfalen. De onwelwording was niet de reden van het overlijden van de bestuurder. Als dat wel het geval was geweest, dan was er *geen* sprake geweest van een dodelijk verkeersongeval (zie *Paragraaf 3.1*). Zes andere

dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2019 zijn om die reden niet in het onderzoek meegenomen. Overige aandoeningen die van invloed waren op het ontstaan van dodelijke ongevallen in 2019 waren epileptische, psychotische en manische episoden. Deze speelden een rol bij vier ongevallen.

In het onderzoek naar dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2016**, **2017** en **2018** 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 minimaal vijf ongevallen speelde in **2019** de technische staat van het voertuig of speelden de voertuigeigenschappen van een van de betrokken voertuigen een rol bij het ontstaan van het ongeval.

De **'technische' problemen** hadden tweemaal betrekking op de motor van een personenauto waardoor deze stilviel, eenmaal was de benzine op, eenmaal was er sprake van een lekke band, en eenmaal was er sprake van een defect wiel van een motorfiets. De eerste drie problemen leidden ertoe dat het voertuig een obstakel vormde op de rijbaan. In een van deze drie gevallen stapten twee inzittenden uit, waarna zij werden aangereden door een achteropkomend voertuig. Bij de andere twee ongevallen zaten de slachtoffers in het pechvoertuig toen dat werd aangereden door een achteropkomend voertuig.

Bij minimaal drie ongevallen speelde (ook) de **zichtbaarheid** van het voertuig een rol bij het ontstaan van het ongeval. Door het uitvallen van de motor of door een eerdere aanrijding was de voertuigverlichting gedoofd.

Bij vier ongevallen heeft een **noodremstelsel** zoals AEBS **niet ingegrepen**. Tweemaal betrof het een systeem in een personenauto (ACC met Front Assist) en tweemaal AEBS in een vrachtauto. Bij een van deze vrachtauto's leek het systeem uitgeschakeld te zijn.

In de periode **2016-2018** speelde de technische staat van een voertuig op vergelijkbare wijze een rol. In **2018** leidden vijf 'defecten' ertoe dat een voertuig een obstakel vormde op de rijbaan: tweemaal was er sprake van motorische problemen, tweemaal was er een probleem met de banden (klapband of lekke band), en eenmaal klapperde er iets aan het voertuig waarvoor de chauffeur zijn vrachtauto op de rijbaan stilzette. Daarnaast ontstond een ongeval mede doordat de remmen van een motor blokkeerden (niet voorzien van ABS) en driemaal speelde de zichtbaarheid van een voertuig een rol (geen voertuigverlichting of het ontbreken van retroreflectieve contourmarkering). In **2017** zorgde een technisch defect er tweemaal voor dat een voertuig een obstakel vormde op de rijbaan, tweemaal greep het aanwezige AEBS niet in, eenmaal speelde de kwaliteit van de banden een rol, eenmaal de zichtbaarheid van een voorligger (onverlicht aan de achterzijde), en driemaal was er een 'defect' aan een gemotoriseerde tweewieler dat ervoor zorgde dat de tweewieler niet verder kon rijden (geen brandstof), het voorwiel blokkeerde (geen ABS), of te snel kon rijden (bromfiets met ander motorblok). In **2016** waren dat 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).



### 3.4.3 De rol van de infrastructuur bij het ontstaan van ongevallen

De infrastructurele aspecten die in 2019 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, het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen, een kruispuntinrichting die geen veilige snelheid afdwingt en een te krappe boogstraal waarvoor weggebruikers onvoldoende worden gewaarschuwd. De aanwezigheid van niet-afgeschermd obstakels speelt een rol bij de afloop van ongevallen en wordt behandeld in *Paragraaf 3.5.1*.

Van de tien locaties waar in **2019** een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren er vier voorzien van werkende verkeerssignalering via matrixborden boven de weg (driemaal) of lokale filebeveiliging langs de weg (eenmaal). Dergelijke verkeerssignalering waarschuwt de weggebruiker voor verstoringen van de doorstroming en dwingt hem zijn snelheid te verlagen. Ten minste vier van de andere zes ongevalslocaties stonden wel bekend als *filegevoelig, maar* waren *niet voorzien van verkeerssignalering*. In de periode **2015-2018** waren elf filegevoelige locaties niet voorzien van signalering. In diezelfde periode was een derde (2015-2017) tot de helft (2018) van de locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond wel voorzien van verkeerssignalering. In acht van de 19 gevallen was deze *signalering* echter *niet in werking*; hij was uitgeschakeld (storing of niet in bedrijf; zesmaal) of de file had de signalering nog niet 'getriggerd' (tweemaal).

Bij vier van de acht frontale ongevallen in **2019** speelde de *afwezigheid van een fysieke rijrichtingscheiding* een rol, al dan niet in combinatie met een krappe verhardingsbreedte. Dit gold ook voor 17 van de 24 frontale ongevallen op rijkswegen in de periode **2016-2018**. 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 terecht kwam en daar in botsing kwam met een tegenligger. In combinatie met rij snelheden van 80 tot 100 km/uur is de kans op een dodelijke afloop groot.

Bij drie ongevallen op rijkswegen in **2019** was sprake van een flankongeval. Deze vonden alle plaats op een met verkeerslichten geregeld kruispunt met een rijksweg (80km/uur-weg). Alle drie de ongevallen ontstonden doordat een van de betrokken verkeersdeelnemers een rood verkeerslicht negeerde (zie *Paragraaf 3.4.1*). De infrastructuur speelde bij deze ongevallen ook een rol, doordat de *kruispuntinrichting geen veilige snelheid afdwong*. Bij dwarsconflicten zonder langzaam verkeer mag deze snelheid niet hoger zijn dan 50 km/uur (Tingvall & Haworth, 1999; SWOV, 2018). De verkeersdeelnemers die in botsing kwamen met degene die het rode licht negeerde, hadden bij het naderen van het kruispunt al groen licht en konden het kruispunt zonder afremmen oversteken. Een van de drie kruispunten was vlak voor het kruispuntsvlak wel voorzien van een drempel, maar deze was kennelijk niet voldoende voor het afdwingen van de plaatselijke limiet van 50 km/uur, die op betrekkelijk korte afstand voor het kruispuntsvlak werd aangekondigd. Op de andere twee kruispunten waren geen snelheidsremmende voorzieningen aangebracht. Twee van de drie kruispunten worden de komende jaren wel gereconstrueerd, waarbij een ongelijkvloerse kruising wordt gerealiseerd. Daarmee worden vergelijkbare ongevallen op deze locaties in de toekomst voorkomen.

Bij vier ongevallen op rijkswegen die plaatsvonden in **2019** speelde een *te krappe boogstraal* een rol; een krappe boog waarvoor de geldende limiet niet overeenkomt met de ontwerpsnelheid en waar geen passende adviessnelheid is aangegeven (CROW, 2015; Rijkswaterstaat, 2017a). Driemaal betrof het een krappe aansluitboog van een halfklaverbladaansluiting en eenmaal een verbindingsboog in de oksel van een knooppunt. Op deze locaties zijn automobilisten de bocht uitgevlogen en in een watergang (tweemaal) dan wel tegen een boom tot stilstand gekomen (tweemaal). Op een locatie was de obstakelvrije zone te smal waardoor het voertuig via een steil

talud in het water terechtkwam. Op de andere drie locaties voldeed de obstakelvrije zone wel aan de richtlijnen. Zowel bij de halfklaverbladaansluitingen met een ontwerpsnelheid van 50 km/uur als bij de verbindingsboog met een ontwerpsnelheid van 70 km/uur werd de **weggebruiker onvoldoende gewaarschuwd voor de krappe bocht**: de snelheidslimiet was niet verlaagd (al dan niet via een adviessnelheid), de krappe boog niet aangekondigd (RVV-bord J2), en er waren geen bochtschilden aanwezig (driemaal) of alleen drie aan het begin van de boog (eenmaal). In **2018** speelde een te krappe boogstraal bij drie ongevallen een rol. Tweemaal betrof het een krappe aansluitboog van een trompetaansluiting en eenmaal de aansluitboog van een halfklaverbladaansluiting. Op deze locaties zijn twee motorrijders en een personenauto de bocht uitgevlogen en vervolgens tegen een paal van een verkeersbord (tweemaal) of een boom tot stilstand gekomen (eenmaal). Bij de trompetaansluitingen werden weggebruikers wel vooraf gewaarschuwd (lagere snelheid, RVV-bord J2 en bochtschilden), bij de halfklaverbladaansluiting niet (geen lagere adviessnelheid noch bochtschilden).

## 3.5 Factoren die de ernst van de afloop bepalen

Er zijn verschillende factoren van invloed 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 kwart van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2019 was de tegenpartij een vrachtauto (zie *Tabel 3.5 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 op de juiste wijze 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 zo nodig 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 toelichting opgenomen over welke snelheid 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. Door het ontbreken van deze toelichting is het niet duidelijk of 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 **2019** zijn opgenomen in *Tabel 3.7*. Het betreft de objecten en obstakels die een rol speelden bij de dodelijke afloop van de 27 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 anderszins worden afgeschermd met een geleiderail, barrière of een obstakelbeveiliger zoals de RIMOB (rimpelbuisobstakelbeveiliger).

In *Tabel 3.7* is voor de 17 niet-botsveilige obstakels – niet zijnde een geleiderail, verkeersbord of pijlwagen – in de berm ook weergegeven hoeveel er binnen 10 m van de binnenkant van de kantmarkering 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=8) binnen 10 m van de kantmarkering stond. Aangezien deze obstakels in de buitenberm stonden van een weg met een snelheidslimiet van 100 km/uur of hoger, betekent dit dat de inrichting van de obstakelvrije zone op deze wegen *niet* aan de richtlijnen voldeed. Het betrof vooral portalen. In totaal waren er in 2019 vijf aanrijdingen van een portaalpoot en een aanrijding met de paal van een wegwijzer. Als gevolg van deze zes aanrijdingen zijn 15 verkeersdeelnemers overleden. Twee van de portaalpoten waren niet afgeschermd (eenmaal op een afstand korter dan 10 m en eenmaal op een afstand van 10 m). De andere drie portaalpoten en de wegwijzerpaal waren weliswaar afgeschermd, maar de afschermingsconstructie was niet conform de richtlijnen uitgevoerd, waardoor automobilisten alsnog in botsing konden komen met het betreffende obstakel (zie *Paragraaf 4.2.2.1*).

Zeven obstakels bevonden zich tussen de 10 m en 13 m van de kantmarkering. Vier van deze obstakels – twee bomen en twee watergangen – bevonden zich in de buitenberm van een 80km/uur-weg of in de buitenberm van een aansluitboog, op een afstand van 6 m of meer. Daarmee voldeed de obstakelvrije afstand aan de richtlijnen (CROW, 2004; Rijkswaterstaat, 2017b). De andere drie obstakels – een boom, portaalpoot en een greppel – bevonden zich in de buitenberm van een 130km/uur-weg. Daarmee voldeed de breedte van de obstakelvrije zone van deze wegen *niet* aan de richtlijnen.

Twee obstakels bevonden zich verder dan 13 m van de binnenkant van de kantmarkering. Ondanks een afstand van meer dan 13 m kwam het voertuig in botsing met een greppel of raakte het te water. 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.

Tabel 3.7. Obstakels betrokken bij dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 - 2019, naar afstand tot de kantmarkering. (Tabel wordt vervolgd op volgende pagina)

Type obstakel/object	Jaar	Aantal ongevallen	Obstakelvrije afstand		
			< 10,0 m	10,0 m - 13,0 m	≥ 13,0 m
Boom	2015	12	5 <sup>a</sup>	7	0
	2016	5	3 <sup>a</sup>	0	2
	2017	6	4 <sup>b</sup>	2	0
	2018	5	2 <sup>b</sup>	3	0
	<b>2019</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3<sup>b</sup></b>	<b>0</b>
Geleiderail	2015	3			
	2016	9			
	2017	7	(niet van toepassing)		
	2018	7			
	<b>2019</b>	<b>9</b>			
Lichtmast / verkeersbord	2015	2	2	0	0
	2016	0	0	0	0
	2017	0	0	0	0
	2018	4	1 <sup>a,c</sup>	0	0
	<b>2019</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Pijlwagen/ botsabsorberwagen	2015	2			
	2016	1			
	2017	0	(niet van toepassing)		
	2018	3			
	<b>2019</b>	<b>1</b>			
Pijler, portaal of paal van wegwijzer	2015	7	3	4	0
	2016	1 (+ 2 andere vaste objecten)	1	0	0
	2017	3	3 <sup>a</sup>	0	0
	2018	2	2 <sup>b</sup>	0	0
	<b>2019</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

- <sup>a</sup> 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).
- <sup>b</sup> 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 en aansluitbogen).
- <sup>c</sup> Drie van deze objecten waren verkeersborden, die botsveilig zijn.

Tabel 3.7. (Vervolg)  
 Obstakels betrokken bij  
 dodelijke ongevallen op  
 rijkswegen in 2015 - 2019,  
 naar afstand tot de  
 kantmarkering.

Type obstakel/object	Jaar	Aantal ongevallen	Obstakelvrije afstand		
			< 10,0 m	10,0 m - 13,0 m	≥ 13,0 m
Talud/greppel/ walkant van droge sloot	2015	2	2	0	0
	2016	5	1	0	4
	2017	7	2	2	3
	2018	9	4	2	3
	<b>2019</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Watergang	2015	3	0	0	3
	2016	3	2 <sup>d</sup>	0	1
	2017	2	1	0	1
	2018	2	0	0	2 <sup>d</sup>
	<b>2019</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2<sup>b</sup></b>	<b>1</b>
Totaal	2015	31	12	11	3
	2016	26	7	0	7
	2017	25	10	4	4
	2018	32	9	5	5
	<b>2019</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>2</b>



<sup>b</sup> 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 en aansluitbogen).

<sup>d</sup> 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).

De kans op een aanrijding met een obstakel dat verder van de rijbaan ligt, is groter als de rijnsnelheid hoger is. In **2019** stonden beide obstakels die verder dan 13 m van de rijbaan stonden in de berm van een 130km/uur-weg. In **2018** stonden de obstakels die verder dan 13 m van de rijbaan stonden, driemaal in de berm van een 130km/uur-weg en tweemaal in de berm van een weg met een snelheidslimiet van 100 km/uur of lager. 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 kantmarkering stonden zich in de berm van een 120km/uur-weg en vijf in de berm van een 130km/uur-weg.

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 of met een betonnen barrière in de middenberm kan leiden tot een dodelijk ongeval. In **2019** waren er op rijkswegen negen aanrijdingen met een afschermingsconstructie die een dodelijke afloop hadden. In **2017** en in **2018** waren dat er zeven, in **2016** negen en in **2015** drie.

In **2019** was het in drie gevallen een motorrijder die in botsing kwam met een geleiderail. Tweemaal schoof hij na een val tegen of onder de geleiderail en eenmaal kwam hij in contact met de bovenzijde van een houten geleiderail. In **2018** kwamen eveneens drie motorrijders in botsing met een geleiderail. Tweemaal kwam de motorrijder na een val van zijn motor in contact met de geleiderail en overleed ter plaatse aan zijn verwondingen. In een derde geval kwam hij met zijn voertuig diverse malen in contact met de geleiderail en werden bestuurder en passagier van het

voertuig geworpen. 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-staart-aanrijding 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 zes van de in totaal dertien gevallen in de periode **2016-2019** dat een motorrijder in botsing kwam met een geleiderail was de afstand tussen de geleiderail en de rijbaan kleiner dan de voorgeschreven 1,5 m en was de bergingszone<sup>2</sup> smaller dan de voorgeschreven 2,5 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 zes aanrijdingen met een geleiderail in **2019** kwam een personenauto in botsing met de geleiderail of met een betonnen barrière in de middenberm. Vijf van de zes ongevallen ontstonden nadat de bestuurder met een wiel in de middenberm of de buitenberm terecht kwam, corrigeerde en vervolgens over de rijbaan slipte en aan de andere zijde van de rijbaan tegen een geleiderail botste. Drie voertuigen gingen daarna over of op de kop, een vloog in brand en tweemaal werd de bestuurder, die geen gordel droeg, uit het voertuig geslingerd. Bij twee van de vijf ongevalslocaties was het hoogteverschil tussen berm en wegverharding groter dan het voorgeschreven maximum van 7 cm. Het zesde ongeval begon met een lekke band, waardoor de bestuurder de controle over het voertuig verloor. Ook dit voertuig ging over de kop en drie inzittenden werden uit het voertuig geslingerd. In totaal kwamen bij deze zes ongevallen drie inzittenden om het leven doordat ze uit het voertuig werden geslingerd. Geen van hen droeg een gordel. In **2017** kwamen drie inzittenden van een personenauto op deze wijze om het leven en in **2018** vijf inzittenden.

Behalve in aanrijdingen met een geleiderail speelde de geleiderail in **2019** ook bij vier andere dodelijke ongevallen een rol. In drie gevallen reed een personenauto het beginpunt van een ingegraven geleiderail op, dat onvoldoende afgebogen was, waarna het voertuig tegen de poot van een portaal (tweemaal) of de paal van een wegwijzer (eenmaal) botste. Bij een vierde ongeval botste een personenauto tegen een geleiderail, gleed daarlangs en botste tegen de poot van een portaal die dicht achter de geleiderail stond. In **2017** en in **2018** reden twee voertuigen het onvoldoende afgebogen beginpunt van een ingegraven geleiderail in de buitenberm op. Het voertuig kwam vervolgens achter de geleiderail terecht en botste daar tegen of in het afgeschermd obstakel: een bosschage, de walkant van een greppel of (het steile talud van) een watergang. In **2015** en **2016** was er per jaar driemaal sprake van een personenauto die via een niet-afgebogen 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 3.7* is het obstakel voor deze ongevallen dan ook niet de geleiderail maar het obstakel dat daarachter stond: een boom, talud, portaalpoot 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 of terminal 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 afbuigen 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:



2. De bergingszone is het deel van de rijbaan (redresseerstrook en kantmarkering) en wegberm naast de binnenste rijstrook. Deze zone is bestemd voor gestrande voertuigen (tegen de geleiderail of andere rijrichtingsscheiding), zodat ze geen obstakel vormen op de rijbaan en het andere verkeer kan blijven rijden (Rijkswaterstaat, 2017a).

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 afgebogen. In totaal zijn er in **2017** dus vier obstakelongevallen ontstaan doordat de aanwezige geleiderail niet voldoende was afgebogen.

### 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.

In **2019** was bij 22 van de 41 overleden bestuurders van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler) de stuurairbag geactiveerd. Ook in de jaren **2016-2018** was bij circa de helft van de inzittenden de stuurairbag uitgevouwen. Bij 11 van de 44 in **2019** overleden bestuurders was geen stuurairbag uitgevouwen; bij de dertien voorpassagiers was er viermaal geen passagiersairbag geactiveerd (eenmaal niet aanwezig). Bij drie bestuurders waarbij geen stuurairbag was uitgevouwen, waren wel gordijn- en/of zijairbags uitgevouwen. In elf gevallen was het onbekend of de airbag van de bestuurder (8) of voorpassagier (3) was geactiveerd. Elf overleden inzittenden zaten op de achterbank.

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 noodknop 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. In **2019** had dit systeem bij vijf ongevallen op rijkswegen de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen door het eerder traceren van het voertuig (eenmaal een motor) en het daarmee voorkomen van verdrinking<sup>3</sup> of het bespoedigen van de hulpverlening. De betreffende voertuigen werden namelijk pas na geruime tijd opgemerkt door een voorbijganger. Bij één ander ongeval werd eCall geactiveerd, waarbij de voertuigfabrikant – na eerst contact te hebben gelegd met de automobilist – hem doorschakelde naar 112. In **2017** en in **2018** had eCall bij (ten minste) drie ongevallen de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen. In 2017 zijn de hulpdiensten bij één ander 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.

Stuur-, knie-, passagier- en zijairbags voorkomen 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, al kunnen gordijnairbags wel enige vorm van bescherming bieden. Zo beschermen zij tegen contact met de zijruit en kunnen ze de kans verkleinen dat een inzittende uit het voertuig wordt geslingerd, mits de gordel wordt gedragen. In **2019** heeft het op of over de kop gaan van het voertuig een rol gespeeld bij de dodelijke afloop van negen ongevallen. Alle negen waren obstakelongevallen, op een totaal van 27 obstakelongevallen. In **2018** heeft het op of over de kop gaan van het voertuig een rol gespeeld bij zeven ongevallen (waarvan vijfmaal een eenzijdig of obstakelongeval) en in **2017** ging het voertuig bij negen van de 25 obstakelongevallen over de kop of eindigde het op de kop. 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).



3. In totaal zijn in 2019 vier verkeersdeelnemers overleden nadat het voertuig waarin ze zaten op de kop in het water terecht was gekomen. Bij alle vier duurde het lang voordat hulpverleners ter plaatse waren.

Inzittenden zijn ook niet beschermd tegen obstakels, lading of andere voertuigen die het voertuig binnendringen. Beknelling in de cabine van het eigen voertuig was vaak de oorzaak van overlijden van inzittenden van bestel- en vrachtauto's, vooral bij kop-staartaanrijdingen. Dit was het geval bij vijf van de acht ongevallen waarbij de inzittende van een bestel- of vrachtauto kwam te overlijden.

De leeftijd van een auto is over het algemeen bepalend voor de aanwezigheid van veiligheidssystemen. 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) en noodremsystemen. De aanwezigheid van veiligheidssystemen zoals een noodremsysteem is echter geen garantie voor het voorkomen van ongevallen. Vier van de voertuigen die met een dergelijk systeem waren uitgerust en in 2019 betrokken waren bij een kop-staartaanrijding, grepen niet in. Eenmaal leek het systeem uitgeschakeld.

Tabel 3.8 laat zien dat de leeftijd van de personenauto's waarin de slachtoffers reden in **2019** vergelijkbaar was met die van het hele park in Nederland (peildatum 1 januari 2019). Een kwart van de personenauto's was jonger dan 5 jaar. In **2017** en **2018** was het aandeel jonge auto's kleiner (0 tot 5 jaar respectievelijk 16% en 14%), terwijl personenauto's ouder dan 15 jaar juist vaker het vervoermiddel waren van slachtoffers die in **2017** en **2018** als gevolg van een ongeval op een rijksweg kwamen te overlijden (respectievelijk 36% en 40%).

Tabel 3.8. Leeftijd van de personenauto waarin een in 2019 overleden verkeersdeelnemer zat, en het aandeel van het Nederlandse voertuigpark met deze leeftijd.

Leeftijd van de personenauto	Ongeval	Voertuigpark*
0-5 jaar	11 (25%)	26%
5-10 jaar	11 (25%)	28%
10-15 jaar	12 (27%)	24%
Ouder dan 15 jaar	10 (23%)	22%
<b>Totaal</b>	<b>44 (100%)</b>	<b>100%</b>



\* BOVAG-RAI (2019).

### 3.5.3 Gebruik van beveiligingsmiddelen

Door het gebruik van de gordel kunnen voertuiginzittenden zichzelf beschermen tegen de gevolgen van de botsimpact. Van de 65 in **2019** op rijkswegen overleden inzittenden van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler of daarvan afgeleid voertuig) is van de helft bekend dat ze een gordel droegen (33 inzittenden). Van 18 overleden inzittenden is bekend dat ze *geen* gordel droegen (8 bestuurders en 10 passagiers). Negen van hen zijn na een botsing met een geleiderail of een obstakel geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd (4 bestuurders en 5 passagiers).

Van veertien overleden inzittenden was het onbekend of ze een gordel droegen. Door schade aan of brand in het voertuig<sup>4</sup> was dit niet meer vast te stellen, of de politie heeft er geen onderzoek naar gedaan of hun bevindingen hieromtrent niet gerapporteerd.

Bij de dodelijke ongevallen op rijkswegen in de jaren **2016-2018** was eveneens van ongeveer de helft van de overleden inzittenden die in een personen-, bestel- of vrachtauto zaten bekend dat ze een gordel droegen. Voor **2016** geldt dat 37 van de in totaal 66 overleden inzittenden hun gordel droegen, en 11 droegen *geen* gordel. Van 18 overleden inzittenden was het gordelgebruik onbekend. Van de 58 in **2017** op rijkswegen overleden inzittenden van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler) droegen er 27 een driepuntsgordel en twee gebruikten alleen een



4. Negen van de overleden inzittenden zijn in het voertuig verbrand.



heupgordel. 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. Van de 64 in **2018** op rijkswegen overleden inzittenden van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler of daarvan afgeleid voertuig) droegen er 39 een gordel. Van 18 overleden inzittenden is bekend dat ze *geen* gordel droegen (11 bestuurders en 7 passagiers). Twaalf van hen zijn geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd (6 bestuurders en 6 passagiers). Dit gebeurde vooral na een botsing met een geleiderail of obstakel (negen van de twaalf ongevallen). Van zeven overleden inzittenden was het onbekend of ze een gordel droegen.

## 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 2019 zijn:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of greppel (n=27);
- kop-staartaanrijdingen (n=22), waarvan de helft in de staart van een file (n=10); en
- frontale aanrijdingen (n=8), waarvan vier 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=4 ongevallen), drugsgebruik (n=6), afleiding (n=7), te hoge rijsnelheid (n=7), roodlichtnegatie (n=3) tot vermoeidheid (n=5) en onwelwording in fysieke of mentale zin (n=8). Deze aantallen zijn gebaseerd op die gevallen waarvoor substantieel bewijs voorhanden was, zoals bloedtesten, uitgelezen telefoons, verhoren van de bestuurders of snelheidsberekeningen. Dergelijk onderzoek heeft de politie niet bij alle ongevallen uitgevoerd, waardoor de rol van deze factoren in werkelijkheid groter zal zijn. De genoemde aantallen geven derhalve de ondergrens aan.

Bij vijf ongevallen speelde een voertuigkenmerk een rol bij het ontstaan van het ongeval. Dit varieerde van een lekke band of een lege benzinetank tot een technisch mankement aan de motor. Bij drie ongevallen speelde de zichtbaarheid van het voertuig een rol bij het ontstaan van het ongeval. Door het uitvallen van de motor of een eerder ongeval was de voertuigverlichting gedoofd.

De infrastructurele aspecten die in 2019 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=4). Daarnaast speelde bij vier ongevallen een te krappe boogstraal en de daarvoor benodigde bebakening een rol.

#### 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. Acht van de zeventien obstakels die werden aangereden stonden binnen 10 meter van de

kantmarkering, zeven stonden tussen 10 en 13 m en de overige twee stonden verder dan 13 m van de kantmarkering. Daarnaast leidden negen aanrijdingen met een geleiderail tot een dodelijke afloop; driemaal doordat een motorrijder met zijn lichaam in contact kwam met de geleiderail, driemaal doordat een inzittende van een personenauto als direct of indirect gevolg van de aanrijding, en het niet dragen van een gordel, uit het voertuig werd geslingerd en viermaal doordat een personenauto als gevolg van de aanrijding van de geleiderail over de kop ging<sup>5</sup> of in brand vloog. Aanrijdingen met portalen hadden in 2019 de grootste impact op het totaal aantal verkeersdoden op rijkswegen; bij vijf aanrijdingen met niet-afgeschermd of onjuist afgeschermd portalen vielen dertien verkeersdoden.

Het gebruik of functioneren 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. Van de 65 overleden inzittenden van een motorvoertuig droegen er 18 *geen* gordel. Negen van hen zijn geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd.

De leeftijd van de 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. De aanwezigheid van veiligheidssystemen zoals een noodremstelsel is echter geen garantie voor het voorkomen van ongevallen. Vier voertuigen die met een dergelijk systeem waren uitgerust, grepen voorafgaand aan een kop-staartaanrijding niet in. Eenmaal leek het systeem uitgeschakeld.

## 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 de meest voorkomende ongevals- en letsselfactoren voor dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2019 sterk overeenkomen met die in voorgaande jaren (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; en Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020), zijn ook de aanbevelingen zeer vergelijkbaar. De volgende paragrafen komen dan ook grotendeels overeen met de tekst uit bovengenoemde rapporten, aangevuld met de bevindingen over de ongevallen uit 2019.

### 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 rijnsnelheid 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. Twaalf filegevoelige locaties waar in de periode **2016-2019** een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren echter niet voorzien van verkeerssignalering. Bovendien was de verkeerssignalering bij acht van de twintig locaties die wel zo'n systeem hadden, op het moment



5. Eenmaal ging het voertuig over de kop én werd een inzittende uit het voertuig geslingerd.

van het ongeval buiten werking (zesmaal) of had de file de signalering nog niet 'getriggerd' (tweemaal). 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**, **2017** en **2018** blijkt dat met name viaducten en bogen het zicht op de filestaart ontnemen. Vrachtverkeer op een lange rechtstand kan echter ook het zicht op een file ontnemen.

#### **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 er veel weerstand tegen de cable barrier omdat deze tot ernstig letsel zou 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, lange tijd vrijwel de enige oplossing was 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.

Buitenlandse studies hebben niet kunnen bevestigen noch ontcrachten dat de cable barrier voor motorrijders veiliger of onveiliger is dan de in Nederland meest gebruikte geleiderailconstructie (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2019). De onveiligheid op smalle enkelbaanswegen vraagt echter om een maatregel die de kans op dodelijke frontale ongevallen verkleint. In 2019 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). Daarbij zijn verschillende typen stalen geleiderails, een houten geleiderail, een betonnen barrier en de cable barrier vergeleken. De afschermingsconstructies zijn onder meer vergeleken op basis van kosten, keringsniveau, Accident Severity Index, constructiebreedte en veiligheid voor motorrijders. De Box Beam (gesloten rechthoekige stalen koker) had 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 motorrijders. Daarnaast wordt voor zowel de Box Beam als de W-beam aanbevolen om een motorrijdersbeschermingssysteem toe te voegen dat de paaltjes en de ruimte ertussen afschermt. In 2020 heeft Arcadis in opdracht van Rijkswaterstaat een soortgelijke vergelijking gemaakt (Arcadis, 2020). De cable barrier, Box Beam, W-beam, betonnen barrier en een reguliere geleiderail zijn vergeleken met een profiel zonder fysieke rijrichtingscheiding. Voor de reguliere geleiderail werd daarbij gerekend met een verbreding van het bestaande profiel. De conclusies van Arcadis (2020) waren vergelijkbaar met die van Nasir et al. (2019). Voor motorrijders worden de Box Beam of W-beam met motorrijdersbeschermingssysteem het veiligst geacht, evenals de reguliere geleiderail als wegverbreding tot de mogelijkheden behoort.

Met de Box Beam en de W-beam, voorzien van een motorrijdersbeschermingssysteem, 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). Dat is ook de conclusie van Arcadis (2020). 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). In **2018** vond 5% van de dodelijke ongevallen op rijkswegen plaats op een enkelbaans stroomweg en in **2019** was het 6%.

#### 4.2.1.3 Waarschuwing voor en bebakening in krappe bogen

In **2018** en **2019** vonden in totaal zeven ongevallen plaats in krappe bogen. Dergelijke ongevallen kunnen worden voorkomen door de bogen vooraf aan te kondigen en de bochten te bebakenen. Het CROW heeft een methodiek opgesteld die per bochtcategorie voorschrijft welke bebakening gebruikt moet worden (CROW, 2015: Figuur 1.15 en 1.16). Op rijkswegen lijkt er geen uniformiteit te zijn in de bebakening van krappe bogen van aansluitingen en knooppunten. Sommige krappe bogen zijn voorzien van meerdere waarschuwborden, een lagere adviessnelheid bij het naderen van de boog en dubbele chevronborden met fluorescerende achtergrond in de boog, terwijl in veel vergelijkbare situaties zowel de waarschuwborden, de adviessnelheid als de bochtschilden ontbreken. Het is aan te bevelen om te onderzoeken of de CROW-methodiek op rijkswegen kan worden toegepast. Aangezien in 2018 bij twee ongevallen met motorrijders juist de borden in de buitenberm voor het dodelijke letsel hebben gezorgd, zou ook onderzocht moeten worden hoe met name de bochtschilden (na het begin van de boog) motorvriendelijk kunnen worden uitgevoerd.

#### 4.2.1.4 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 een 'forward collision warning'-systeem met adaptieve cruisecontrol (FCW/ACC) in combinatie met een 'autonomous emergency braking'-systeem (AEBS). 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 AEBS zet zo nodig een noodremming in werking. Amerikaans onderzoek laat zien dat personenauto's die beschikken over FCW/ACC en AEBS 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 zes van de tien bestudeerde kop-staartaanrijdingen uit **2019** was het echter een vrachtauto die achter op een voorganger reed. FCW/ACC in combinatie met AEBS is ook beschikbaar voor vrachtauto's, zoals bij de Euro 6-modellen van DAF. AEBS 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 kan het systeem door de bestuurder uitgezet worden. Bij vier kop-staartaanrijdingen op rijkswegen in **2019** en twee in **2017** waarbij een personenauto (tweemaal) of een vrachtauto (viermaal) die uitgerust waren met een noodremsysteem, achter op een voorligger reden, lijkt het systeem niet te hebben gewerkt. Het is onbekend wat daarvan de oorzaak was, al lijkt het systeem bij een van de voertuigen te zijn uitgezet.

Overigens zal het – voor zowel personen- als vrachtauto's – geruime tijd duren voordat alle voertuigen met dergelijke systemen zijn uitgerust. Zo was eind 2018 in het huidige Nederlandse vrachtautopark twee derde van de voertuigen maximaal tien jaar oud, en 90% maximaal twintig jaar oud (RAI CarrosserieNL, 2020). Ervan uitgaande dat alle nieuwe vrachtauto's met FCW/ACC in combinatie met AEBS 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 en trekkers) zijn gemiddeld drie jaar jonger dan Europese zware voertuigen (9,1 respectievelijk 12,4 jaar oud; ACEA, 2019).

#### **Voorlichting aan weggebruikers**

Voorlichting aan weggebruikers over de gevolgen van afleiding, vermoeidheid en ziekten die de rijgeschiktheid kunnen beïnvloeden, kan ook bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Voorlichtingscampagnes hebben overigens vooral invloed op gedrag als ze gecombineerd worden met handhaving (SWOV, 2017). Voorlichting die dicht 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?”, “Wat te doen bij pech onderweg als er geen vluchtstrook of pechhaven is” 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? Wie moet je in zo'n geval bellen zodat er zo snel mogelijk hulp is en zodat andere weggebruikers via aanwezige signalering gewaarschuwd kunnen worden? 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. Voorbeelden daarvan zijn de combinatie van alcoholgebruik en hoge rijsnelheid, die de aanleiding was van een aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2018** en **2019**, en 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, met toepassing van een flexibele afschermingsconstructie aan het einde van de obstakelvrije zone daar waar zich op grotere afstand obstakels bevinden zoals steile taluds, greppels of watergangen. Daarmee is er ruimte om

veilig in de berm tot stilstand te komen en wordt tegelijkertijd voorkomen dat een voertuig in botsing komt met een verder van de weg gelegen obstakel.

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 bij voorkeur 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, in **2017** waren het er zeventien, in **2018** zestien en in **2019** zeventien. Een derde tot de helft van deze obstakels bevond zich binnen een afstand van 10 m van de binnenkant van de kantmarkering. Voor de ongevalslocaties uit **2016, 2017 en 2019** geldt dat de obstakels ongeacht de snelheidslimiet ter plaatse – 100, 120 of 130 km/uur – afgeschermd hadden moeten zijn (voor **2019**: 8 van de 17 obstakels). Bij de ongevallen uit **2018** stonden vijf van de zes obstakels echter langs een weg met een lagere snelheidslimiet of naast een afrit, waardoor de breedte van de obstakelvrije zone voldeed aan de richtlijnen. Bij één ongeval was dat niet het geval; dat obstakel had afgeschermd moeten zijn.

In **2019** stonden zeven van de zeventien obstakels tussen de 10 m en 13 m van de binnenkant van de kantmarkering. Vier van deze obstakels – twee bomen en twee watergangen – bevonden zich in de buitenberm van een 80km/uur-weg of in de buitenberm van een aansluitboog op een afstand van 6 m of meer. Voor die wegen voldeed de obstakelvrije afstand aan de richtlijnen (CROW, 2004; Rijkswaterstaat, 2017b). De andere drie obstakels – een boom, portaalpoot en een greppel – bevonden zich in de buitenberm van een 130km/uur-weg. Daarmee voldeed de breedte van de obstakelvrije zone van deze wegen *niet* aan de richtlijnen.

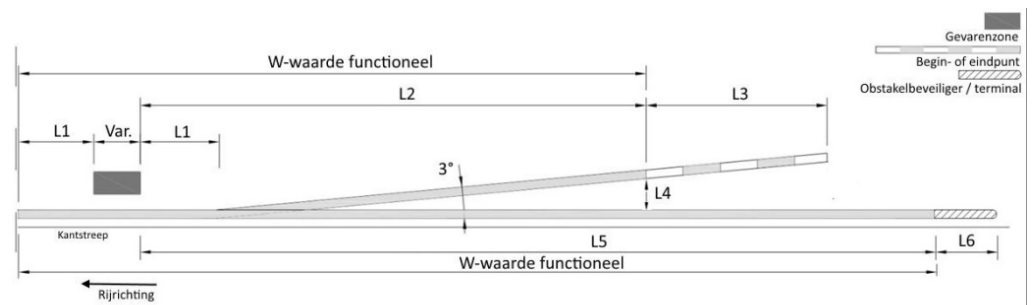
Twee van de zeventien obstakels bevonden zich verder dan 13 m van de binnenkant van de kantmarkering. Ondanks een afstand van meer dan 13 m kwam het voertuig in botsing met een greppel of raakte het te water waardoor één van de inzittenden om het leven kwam. Dat gold ook voor de eerdergenoemde vier obstakels die in de buitenberm van een aansluitboog of van een 80km/uur-weg stonden; ook deze werden aangereden of hierin raakten automobilisten te water 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 daar waar zich een gevarezone bevindt. 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, 2017b; zie ook Rijkswaterstaat, 2019). Daarnaast moet het begin van de geleiderail horizontaal worden afgebogen onder een hoek van 3 graden (1:20). De lengte van de afbuiging 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), uitgaande van het punt waarop de geleiderail op hoogte is gekomen.

Als het begin van de geleiderail alleen ingegraven is en niet – conform de richtlijnen – is afgebogen, 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 afgeschermd) obstakel in botsing te komen (zie *Paragraaf 3.5.1*). 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 afbuiging een obstakelbeveiliger (zoals de RIMOB) of terminal 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 gevarezone  
(Naar Rijkswaterstaat, 2017b: *Figuur 3-9b*).



Mede naar aanleiding van de SWOV-onderzoeken naar dodelijke ongevallen op rijkswegen is Rijkswaterstaat in het kader van het programma *Meer veilig* in 2018 gestart met een systematische aanpak van de obstakels in de berm. Obstakels die binnen 10 m van de binnenkant van de kantmarkering staan, hebben daarbij prioriteit gekregen. Deze zijn verwijderd of afgeschermd. Daarnaast zijn in 2019 de beginpunten van geleiderails aangepakt die verkeersauditors als onveilig hadden aangemerkt. Om een volledig overzicht te krijgen van obstakels en beginpunten van geleiderails langs rijkswegen die niet aan de richtlijnen voldoen, voert Rijkswaterstaat in 2020 een inventarisatie uit. Op basis daarvan zal een programmatische aanpak worden ontwikkeld om de veilige inrichting van bermen verder te verbeteren.

#### 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 en functioneren 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. 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. Sinds 1 april 2018 moeten alle nieuwe typen personen- en bestelauto's zijn voorzien van eCall (Europees Parlement, 2015). De verwachting is dat dit tot snellere hulpverlening leidt, met name bij ongevallen die plaatsvinden in nachtelijke uren of landelijke gebieden. Bij ten minste veertien van de ongevallen op rijkswegen in de periode 2016-2019 werd een voertuig dat bij het ongeval betrokken was, pas een 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, ook op de achterbank, en het gebruik van beveiligingsmiddelen voor kinderen 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 2019 bij 8 van de 41 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 verschraving 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 analyse-rapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs levert het beste uitgangspunt om te leren van ongevallen.

## Literatuur

ACEA (2019). *Vehicles in use – Europe 2019*. European Automobile Manufacturers Association ACEA, Brussels.

Arcadis (2020). *Fysieke rijrichtingscheiding op 1x2 regionale stroom- en gebiedsontsluitingswegen*. Arcadis, Amersfoort.

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.

BOVAG-RAI (2019). *Mobiliteit in cijfers; Auto’s 2019-2020*. Stichting BOVAG – RAI Mobiliteit, Amsterdam.

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 2005, 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.

CROW (2015). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen 2015*. 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 letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2018-9. SWOV, Den Haag.

Davidse, R.J., Louwerse, W.J.R., & Duijvenvoorde, K. van (2019). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017; Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2019-8. SWOV, Den Haag.

Davidse, R.J., Duijvenvoorde, K. van, & Louwerse, W.J.R. (2020). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2018; Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2020-26. 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.

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

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

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., Anjum, O., Hopkin, J., Stevens, A., 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, Brussels.

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*. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Future Active Safety Technology Towards zero traffic accidents, 9-11 September 2015, Gothenburg, Sweden; p. 471-476.

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 CarrosserieNL (2020). *Truck & Trailer 2020*. RAI Vereniging, 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, Rijswijk.

Rijkswaterstaat (2019). *Compendium beginpunten geleiderailconstructies. De inrichting van beginpunten als aanvulling op de ROA Veilige Inrichting van Bermen*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud (GPO), Rijswijk.

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 (2017). *Voorlichting*. SWOV-factsheet, november 2017. SWOV, Den Haag.

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

Tingvall, C. & Haworth, N. (1999). *Vision Zero - An ethical approach to safety*. Paper presented to the 6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2000, 6-7 September 1999, Melbourne.

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](https://www.linkedin.com/company/swov)