

Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2020

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

R-2021-23

SWOV



Auteurs



Dr. R.J. Davidse



K. van Duijvenvoorde, BAsC



Ir. W.J.R. Louwerse

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

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2021-23
Titel:	Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2020
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 2020 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:	46
Fotograaf:	Paul Voorham (omslag), Peter de Graaff (portretten)
Uitgave:	SWOV, Den Haag, 2021

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

SWOV – Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Bezuidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag
070 – 317 33 33 – info@swov.nl – www.swov.nl

 [@swov_nl](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 2020 op rijkswegen plaatsvonden. Het hoofddoel van het onderzoek was te leren van de ongevallen die plaatsvonden. 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 2020 waren er 54 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen. De ongevalstypen die het meest voorkwamen waren:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of watergang (n=23);
- kop-staartaanrijdingen (n=17), waarvan de helft in de staart van een file (n=8); en
- frontale aanrijdingen (n=6), 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. De rol van de verkeersdeelnemer varieerde van een zeer hoge rijsnelheid (n=10), drugsgebruik (n=8), alcoholgebruik (n=2) en afleiding (n=3), tot vermoeidheid (n=2) en onwelwording (n=2). Bij sommige ongevallen was er zowel sprake van een zeer hoge rijsnelheid als van alcoholen/of drugsgebruik. De aantallen mogen daarom niet bij elkaar worden opgeteld. De genoemde 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 dan ook de ondergrens aan.

De rol van de weginrichting bij het ontstaan van ongevallen varieerde van een te krappe boogstraal en het ontbreken van de daarvoor benodigde aankondiging (n=7), het ontbreken of het niet functioneren van verkeerssignalering (matrixborden) op filegevoelige locaties (n=4) tot het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen (n=4). In een klein deel van de ongevallen (n=6) speelde ook het voertuig een rol, variërend van een technisch defect en overbelading tot het niet ingrijpen van een in-voertuigstelsel.

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. De bovengenoemde resultaten komen sterk overeen met de bevindingen over de dodelijke ongevallen op rijkswegen in de jaren 2016 tot en met 2019 die eerder op vergelijkbare wijze zijn onderzocht. Het aantal ongevallen lag in 2020 wel lager dan in voorgaande jaren, maar de verdeling naar ongevalstypen was vergelijkbaar. Als we kijken naar de verkeersdeelnemers die bij deze ongevallen kwamen te overlijden dan valt op dat er in 2020 de helft minder passagiers kwamen te overlijden dan in voorgaande jaren. Ook het aantal vrouwelijke slachtoffers is veel lager dan in de voorgaande jaren: een derde van het gemiddelde over 2016-2019. Het lage aantal overleden passagiers kan verband houden met

COVID-19; men was mogelijk minder geneigd om samen in een auto te rijden. Het verschil kan echter ook op toeval berusten.

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 berm: berm 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. Daarnaast wordt aanbevolen om de aankondiging en bebakening van krappe bogen in afritten en verbindingbogen te schouwen en filegevoelige locaties van signalering te voorzien.

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 derde geen autogordel. Een derde van de overleden inzittenden die geen gordel droegen werden geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd.

Summary

Fatal road crashes on national roads in 2020; 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 2020. 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 2020, 54 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=23);
- rear-end collisions (n=17), half of which occurred at the tail end of a traffic jam (n=8);
- head-on crashes (n=6), 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. The part played by the road user varied from a very high driving speed (n=10), drug use (n=8), alcohol use (n=2), and distraction (n=3), to fatigue and loss of consciousness (n=2). In some crashes, high driving speeds as well as alcohol and/or drug use were involved. For this reason, the numbers must not be aggregated. The numbers mentioned are based on those cases in which substantial evidence was available, such as blood tests, reading out of telephones, questioning of drivers or speed calculations. Police did not investigate all crashes in this way, which implies that the contribution of these factors will, in fact, be more significant. The numbers mentioned are therefore lower limits.

The way that road layout contributed to crashes varied from too tight curves and a lack of adequate advance warning (n=7), absence or malfunctioning of traffic signalling (matrix signs) at congestion-sensitive locations (n=4) to absence of physical separation of driving directions on single carriageway roads (n=4). A small part of the crashes (n=6) were also due to vehicle problems, varying from a technical defect and overloading to non-intervention of an in-vehicle system.

Given the large share of run-off-road crashes, the severity of the crash outcomes was, to a large extent, determined by the layout of the verge. The above-mentioned results strongly correspond to the findings on fatal crashes on national roads in 2016-2019, which were previously and similarly studied. However, comparing the results of 2020 to those of previous years:

- the number of crashes was lower, but crash type distribution was similar;
- the number of road deaths among passengers decreased by 50%;
- the number of female casualties decreased by a third.

The low number of road deaths among passengers may be related to COVID-19; possibly, people were less inclined to joint car journeys. The difference may, however, also be coincidental.

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. In addition, we recommend inspecting whether tight curves at exits and connectors are adequately signed (advance warnings, advisory speed signs and chevron signs) and to provide congestion-sensitive locations with matrix signs.

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 third had not worn seatbelts. One third of the deceased occupants who had not worn seatbelts were partially or completely ejected from the vehicle.

Inhoud

1	Inleiding	9
2	Methode	10
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	14
3	Resultaten	15
3.1	Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen	15
3.2	Algemene ongevalskenmerken	16
3.3	Ongevalstypen	20
3.3.1	Obstakelongevallen	21
3.3.2	Kop-staartaanrijdingen	21
3.3.3	Frontale aanrijdingen	22
3.4	Aanleiding van ongevallen	23
3.4.1	De rol van de betrokken verkeersdeelnemers	24
3.4.2	De rol van de betrokken voertuigen bij het ontstaan van ongevallen	25
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	27
3.5.2	Voertuigveiligheid	31
3.5.3	Gebruik van beveiligingsmiddelen	32
4	Conclusies en aanbevelingen	33
4.1	Conclusies	33
4.2	Aanbevelingen	34
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	40
	Literatuur	42

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, 2018 en 2019 geanalyseerd (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020a; 2020b) en doet dit rapport verslag van het SWOV-onderzoek naar de dodelijke ongevallen in 2020. 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 2020 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, 2018 en 2019.

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 (2020b). 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. Eerst worden telkens de bevindingen over 2020 gepresenteerd, 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, 2018 en 2019 heeft gedaan (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020a; 2020b). 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 2020 (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 (verkeerveiligheidsadviseurs) en landelijke experts van Rijkswaterstaat (zie *Paragraaf 2.4*). Deze bevindingen hadden enerzijds betrekking op de kwaliteit van de door Rijkswaterstaat aangeleverde informatie – de analyse-rapporten – en anderzijds op de aard van de bestudeerde ongevallen en de mogelijke maatregelen om het ontstaan en de dodelijke afloop van deze ongevallen te voorkomen. Aan de hand van de feedback van de verkeerveiligheidsadviseurs 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 verkeerveiligheidsadviseurs 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 verkeerveiligheidsadviseur 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 analyse-

rapporten 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 2020 in totaal 55 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen plaatsgevonden, waarbij 58 verkeersdeelnemers zijn overleden. Daarin zijn de onwelwordingen en suïcides niet meegenomen. Voor 51 van de 55 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 terecht in het Bestand geregistreerde Ongevallen Nederland (BRON). 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 2020 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 2020 op rijkswegen 54 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 58 verkeersdeelnemers zijn overleden. Over elk van de 54 ongevallen heeft SWOV de informatie uit BVH ontvangen, waaronder de uitgewerkte verhoren. Daarnaast heeft SWOV voor 52 van de 54 verkeersongevallen informatie van de VOA ontvangen. Bij een van de twee ongevallen waar dat niet het geval was, had de VOA geen onderzoek verricht. Van het andere ongeval was de VOA in de veronderstelling dat het ongeval op een provinciale weg had plaatsgevonden en heeft de VOA de informatie daarom niet meegestuurd. 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 boogstraal van eventuele bochten;
- › 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 2020 op rijkswegen 54 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 (o.a. flankongevallen).

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 en de kenmerken van de bestuurders van de voertuigen (alcohol- en drugsgebruik, snelheid, afleiding, vermoeidheid, ziekte en aandoeningen, en overige factoren zoals roodlichtnegatie en rijervaring);

- › de inrichting van de weg inclusief de naastgelegen bermen (zoals rijstrookbreedte, rijrichtingscheiding, boogstralen, bebording en bebakening, en de aanwezigheid en afscherming van obstakels in de berm);
- › de technische staat van de voertuigen (zoals banden, remmen, verlichting, lading); en
- › letselverhogende omstandigheden (zoals het niet correct dragen van een helm of autogordel, brand in het voertuig, verdrinking, beknelling in of onder een voertuig en vertraagde hulpverlening).

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 (waarbij nog steeds meer factoren per ongeval een rol gespeeld kunnen hebben). 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 rijnsnelheid door de VOA, fotomateriaal (zoals van gordels, airbags of de eindpositie van een voertuig) of de door het SWOV-team bepaalde afstand van een obstakel tot de binnenkant van de kantmarkering, boogstraal van een bocht of breedte van de wegverharding. De politie voert niet bij elk ongeval alle bovengenoemde onderzoeken uit. Zo worden telefoons alleen uitgelezen als er een vermoeden bestaat dat er sprake was van telefoongebruik, wordt gordelgebruik niet altijd bepaald en worden ook niet alle bestuurders die bij ongevallen betrokken waren gecontroleerd op alcohol- of drugsgebruik. Daarnaast is het vaak lastig te bepalen of afleiding, vermoeidheid of een medische aandoening een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het ongeval, zeker als de enige persoon die bij het ongeval betrokken was, als gevolg van het ongeval is komen te overlijden. De rol van met name deze drie factoren kon vaak niet worden bepaald en zal in werkelijkheid groter zijn. De in *Hoofdstuk 3* genoemde aantallen geven derhalve de ondergrens aan.

Om te kunnen bepalen of de inrichting van de weg een rol had gespeeld bij het ontstaan van een ongeval is eerst nagegaan of de inrichting van de ongevalslocatie voldeed aan de huidige richtlijnen voor wegontwerp. Vervolgens is aan de hand van het ongevalsverloop bepaald of eventuele afwijkingen een rol hadden gespeeld bij het ontstaan van het ongeval. Een afwijking van de richtlijn is dus niet per definitie een ongevalsfactor: dat is afhankelijk van het totale verloop van het ongeval. Zo is ook het feit dat iemand nog weinig rijervaring heeft niet voldoende om rijervaring als factor aan te wijzen. Het specifieke rijgedrag of de voertuigbeheersing moet daar dan ook aanleiding toe geven. Daarnaast kan ook een rijnsnelheid ónder de snelheidslimiet een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van het ongeval, bijvoorbeeld als de gereden snelheid toch te hoog was voor de omstandigheden ter plaatse.

Voor de obstakelongevallen waarbij een weggebruiker in de berm in botsing kwam met een niet-botsveilig object, zoals een boom of watergang, 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. Deze 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, 2019; NOA-2007 (AVV, 2007) en ROA2017 met de bijbehorende richtlijn voor een veilige inrichting van bermen (Rijkswaterstaat, 2017a; 2017b)].

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 2020. 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, 2018** en **2019**, zoals gerapporteerd in respectievelijk Hoofdstuk 3 van Stipdonk et al. (2016), in Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde (2018; 2019) en Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse (2020a; 2020b). 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 de periode **2016-2019** en die over **2020**.

3.1 Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen

In 2020 vielen er als gevolg van verkeersongevallen op Nederlandse wegen in totaal 610 doden (SWOV, 2021). 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 2020 in totaal 55 dodelijke ongevallen op rijkswegen plaatsgevonden, waarbij 58 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 2020 op rijkswegen 54 dodelijke verkeersongevallen plaats, waarbij 58 verkeersdeelnemers zijn overleden.

Het verschil tussen het aantal dodelijke ongevallen volgens het bestand van RWS-WVL (55) en BRON (54) 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 2020 in totaal 54 dodelijke verkeersongevallen op een rijksweg plaatsvonden, als gevolg waarvan 58 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

In deze paragraaf beschrijven we wat de algemene kenmerken zijn van de 54 dodelijke ongevallen op rijkswegen uit 2020: 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. Het hoofddoel van dit rapport is ook niet om uitspraken te doen over risico's,¹ 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 een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2020** (19 van de 54) plaatsvonden bij een op dat moment geldende snelheidslimiet van 130 km/uur. Daarmee is het aandeel weer op het niveau van voor 2019. In **2019** was dat bij de helft van de ongevallen het geval. Het aantal ongevallen op 120km/uur-wegen is in **2020** opnieuw afgenomen. Een op de tien ongevallen vond plaats bij een snelheidslimiet van 120 km/uur, terwijl dat in **2016-2017** nog een kwart was. Daarentegen is het aantal ongevallen bij een snelheidslimiet van 100 km/uur toegenomen tot een derde. Het is zeer aannemelijk dat dit samenhangt met de verlaging van de snelheidslimiet op autosnelwegen naar 100 km/uur overdag (van 6:00 tot 19:00) per 16 maart 2020. Volgens cijfers van Rijkswaterstaat had 39% van de rijkswegen (in km weglengte) op 1 januari 2020 een 'vaste' snelheidslimiet van 130 km/uur en 4% een variabele limiet (100/130 of 120/130). Op 1 januari 2021 was dat aandeel respectievelijk 1% (vaste limiet van 130 km/uur) en 43% (100/130 km/uur). Ook het aandeel wegen met een limiet van 120 km/uur is sterk gewijzigd. Van 15% wegen met een vaste limiet van 120 km/uur op 1 januari 2020 naar een zelfde percentage met een variabele limiet van 100/120 km/uur op 1 januari 2021 (persoonlijke communicatie Rijkswaterstaat, 2021). Het aandeel wegen met een vaste limiet van 100 km/uur is vrijwel ongewijzigd gebleven (26% op 1 januari 2021 ten opzichte van 27% een jaar eerder).



1. Ontwikkelingen in het risico en factoren die daarop van invloed zijn worden behandeld in de jaarlijkse publicaties *Veilig over Rijkswegen* (De Jong et al., 2021) en *De Staat van de Verkeersveiligheid* (Aarts et al., 2021).

Tabel 3.1. Snelheidslimiet op het moment van het ongeval.

Snelheidslimiet	Aantal ongevallen				
	2020	2019	2018	2017	2016
Tijdelijke limietverlaging vanwege werkzaamheden of file (50-90 km/uur)	2	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)	4	2	8	3	3
70 km/uur	1	0	0	2	2
80 km/uur	5	6	9	4	7
100 km/uur	19	12	15	13	12
120 km/uur	4	9	13	15	19
130 km/uur	19	30	27	25	26
Totaal	54	62	75	63	73

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 28 ongevallen die in 2020 bij duisternis of schemer plaatsvonden, brandde bij acht ongevalslocaties de openbare verlichting. Bij zes andere locaties was ook openbare verlichting aanwezig, maar deze was op twee locaties uitgeschakeld (tussen 23:00 en 5:00 uur) en bij vier andere locaties was het niet bekend of de aanwezige verlichting brandde (eenmaal) of brandde de aanwezige verlichting slechts ten dele door defecte armaturen of verschillend beleid in aanpalende regio's (driemaal). Op 14 ongevalslocaties was geen openbare verlichting aanwezig.

Tabel 3.2. Lichtomstandigheden op het moment van het ongeval.

Lichtomstandigheden	Aantal ongevallen				
	2020	2019	2018	2017	2016
Daglicht	25	32	46	34	42
Donker/schemer met brandende openbare verlichting	8	12	11	12	9
Donker/schemer met openbare verlichting maar onbekend of deze brandde	4*	2	1	2	2
Donker/schemer zonder brandende openbare verlichting (uitgezet)	2	2	5	1	2
Donker/schemer zonder openbare verlichting	14	14	12	14	18
Totaal	53**	62	75	63	73

* Bij twee ongevallen was de verlichting ter plaatse deels defect en bij een ongeval brandde de verlichting voor de ongevalslocatie wel en daarna niet (regiogrens).

** Voor een ongeval was het niet bekend hoe laat het ongeval had plaatsgevonden (voertuig uren na ongeval aangetroffen), waardoor het niet bekend was wat de lichtomstandigheden ten tijde van het ongeval waren.

Het merendeel van de ongevallen (meer dan driekwart) vond plaats bij droge weersomstandigheden, net als in voorgaande jaren. Bij drie ongevallen viel er neerslag in de vorm van regen en eenmaal was er sprake van ochtendnevel. Bij 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. Alle drie de ongevalslocaties waar neerslag viel op het moment van het ongeval waren voorzien van ZOAB. Het natte wegdek heeft bij deze ongevallen geen rol gespeeld in het ontstaan of de afloop van het ongeval.

Kenmerken van de overleden verkeersdeelnemers

Tabel 3.3 geeft de leeftijd en sekse van de overleden verkeersdeelnemers weer. In vergelijking met het jaar ervoor zijn er in **2020** onder 18- t/m 24-jarigen de helft minder dodelijke slachtoffers gevallen; 9 tegenover 21 in **2019**. Als we verder terugkijken, dan lijkt 2019 echter de afwijking te zijn in de reeks. In de periode **2016 t/m 2018** lag het aantal verkeersdoden onder 18- t/m 24-jarigen namelijk op het zelfde niveau als in 2020 (variërend van 7 tot 12 per jaar). Een belangrijke reden voor het hoge aantal verkeersdoden onder jongeren in **2019** waren twee ongevallen 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 en in 2020; acht in **2019** tegenover 1 tot 3 per jaar in de periode **2016 t/m 2018** en **2020**. Het aantal dodelijke slachtoffers onder 40- t/m 49-jarigen lag in 2019 juist lager dan in de jaren daarvoor: 3 in **2019** tegenover 15 in **2016** en 11 in zowel **2017** als **2018**. Het aantal van 8 verkeersdoden in **2020** ligt daar tussenin.

Het meest opvallend in *Tabel 3.3* is het lage aantal vrouwelijke verkeersdoden: 6 in **2020** tegenover 17-19 in de periode **2016 t/m 2018** en 27 in **2019**. Verhoudingsgewijs kwamen in 2020 ongeveer acht keer zoveel mannen als vrouwen om het leven op rijkswegen. In **2019** waren er twee keer zoveel mannelijke als vrouwelijke verkeersdoden en in de jaren **2016 t/m 2018** drie keer zoveel. In alle gevallen is het aandeel verkeersdoden onder mannen groter dan hun aandeel in de automobiliteit. Landelijk gezien leggen mannen als auto-inzittende (bestuurder of passagier) namelijk ongeveer anderhalf keer zoveel kilometer af als vrouwen (*Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2013 t/m 2017*). De afwijking in 2020 is echter vele malen groter. Het is niet bekend of de mobiliteitspatronen in 2020 als gevolg van COVID-19 dusdanig gewijzigd zijn dat deze een verklaring kunnen vormen voor de substantiële wijziging in de verhouding tussen het aantal mannelijke en vrouwelijke verkeersdoden op rijkswegen. De voorlopige cijfers wijzen echter niet in die richting (*Onderweg in Nederland 2018-2020*).

Tabel 3.3. Leeftijd en sekse van de verkeersdeelnemers die in 2020 overleden als gevolg van een verkeersongeval op een rijksweg.

Leeftijd	Man	Vrouw	Totaal
0-17 jaar	2	0	2
18-24 jaar	8	1	9
25-29 jaar	10	2	12
30-39 jaar	11	0	11
40-49 jaar	7	1	8
50-59 jaar	6	0	6
60-69 jaar	5	0	5
70-79 jaar	3	2	5
80+	0	0	0
Totaal	52	6	58

Van de 58 overledenen namen er 46 als bestuurder deel aan het verkeer en 9 als passagier. De overige drie waren voetganger.² *Tabel 3.4* laat zien dat ruim de helft van de verkeersdeelnemers die als gevolg van het ongeval kwamen te overlijden, inzittenden waren van een personenauto. Zes daarvan waren passagiers. Het aantal passagiers dat kwam te overlijden is in **2020** lager dan



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

in voorgaande jaren (**2018-2019**), toen er respectievelijk 20 en 24 passagiers overleden bij een ongeval op een rijksweg. Een mogelijke verklaring voor dit verschil is dat mensen vanwege COVID-19 minder geneigd waren om samen te rijden. Het verschil kan echter ook op toeval berusten.

Het aantal overleden inzittenden van een bestelauto lag in **2020** hoger dan in voorgaande jaren, zowel in absolute zin als relatief ten opzichte van het totaal aantal verkeersdoden. In 2020 zat bijna een op de vijf verkeersdoden op rijkswegen in een bestelauto, wat een verdubbeling is ten opzichte van de jaren ervoor (**2016-2019**). Een mogelijke verklaring zou een toename in het bezorgverkeer kunnen zijn, als gevolg van de maatregelen rondom COVID-19, zoals het tijdelijk sluiten van veel winkels (zie ook Jansen, Bos & Decae, 2021). De bestelauto's die bij de dodelijke ongevallen betrokken waren, werden echter niet of nauwelijks ingezet voor pakketbezorging. Twee van de tien³ bestelauto's leverden producten af, maar dit waren kleinschalige bedrijven waarvan bezorging geen hoofdactiviteit was. De overige bestelauto's werden voornamelijk ingezet voor bouwnijverheid.

Tabel 3.4. Vervoerswijze van de op rijkswegen overleden verkeersdeelnemers.

Vervoerswijze overleden slachtoffer	Aantal overleden slachtoffers				
	2020	2019	2018	2017	2016
Voetganger	3	3	4	4	8
Fietser*	1	1	5	1	1
Motorrijder	7	6	9	8	5
Personenauto (incl. passagiers)	34	57	50	45	56
Bestelauto of -bus (incl. passagiers)	11	4	8	8	6
Vrachtauto/Trekker met oplegger	2	4	6	5	4
Totaal	58	75	82	71	80

* 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. Daarbij zijn zowel de botsveilige objecten (geleiderails) als niet-botsveilige obstakels meegenomen. De kans op een dodelijke aanrijding met de laatstgenoemde obstakels neemt toe naarmate deze dichterbij 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 **2016-2019** leert dat deze min of meer vergelijkbaar is. Verhoudingsgewijs zijn er in **2020** wel iets meer aanrijdingen met objecten of obstakels.

3. Eenmaal kwamen twee inzittenden van een bestelauto te overlijden.

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	2020	2019	2018	2017	2016
Geen botspartner of object (eenzijdig ongeval)	1	0	1	1	0
Object of obstakel*	23	26	29	25	23
Geleiderail of ander botsveilig object	8	9	11	7	7
Boom	6	4	5	6	5
Vast obstakel zoals portaal of wegwijzer	2	6	2	3	3
Talud/greppel/geluidsscherm/wand	2	3	9	7	5
Watergang	5	4	2	2	3
Motor-/brom-/snorfiets/fiets	0	1	1	1	0
Personenauto	11	16	19	15	20
Bestelauto	3	3	4	1	2
Vrachtauto (Incl. Trekker met/zonder oplegger, Pijlwagen en Mobiele rijstrooksignalering)	16	16	21	19	25
Overig zwaar verkeer (bus of landbouwvoertuig)	0	0	0	1	3
Totaal	54	62	75	63	73

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

3.3 Ongevalstypen

Alle 54 dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2020 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 weefvakken of 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 **2020** op rijkswegen, gevolgd door kop-staartaanrijdingen. Uit *Tabel 3.6* valt af te leiden dat deze ongevalstypen ook in de voorgaande jaren (**2015-2019**) het meest voorkwamen.

Tabel 3.6. Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen naar ongevalstype.

Type ongeval	Aantal ongevallen					
	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Eenzijdig	1	0	1	1	0	5
Obstakel (incl. aanrijdingen geleiderail)*	23	27	32	25	21	28
Kop-staart	17	22	23	21	27	16
Frontaal	6	8	6	8	10	6
Voetganger	3	2	4	4	8	7
Overig/onbekend	4	3	9	4	7	13
Totaal	54	62	75	63	73	75

* 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 **2020**: obstakelongevallen, kop-staartaanrijdingen en frontale aanrijdingen.

3.3.1 Obstakelongevallen

Ruim een derde van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2020** was het gevolg van een aanrijding met een geleiderail of obstakel. De helft van deze ongevallen begon op rijstrook 1, tellend vanaf de linkerkant 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. De helft 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 vijf 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 rijnsnelheid, vermoeidheid, en onwelwording tot het uit balans raken van een motorrijder door een oneffenheid in het wegdek. Ook de weginrichting speelde een rol, onder andere door een te krappe boogstraal waarvoor weggebruikers onvoldoende werden gewaarschuwd. 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 8 van de 17 kop-staartaanrijdingen in **2020** vond de aanrijding plaats in de staart van een file. Bij deze filegerelateerde kop-staartongevallen zaten alle overleden verkeersdeelnemers in het voertuig dat achterop een voorligger reed en eenmaal overleed ook de bestuurder van een voertuig dat van achteren werd aangereden. Vier van de acht voertuigen die op een file inreden waren bestelauto's, tweemaal was het een vrachtauto, eenmaal een personenauto en eenmaal een motorrijder. In nagenoeg alle gevallen reed de bestuurder van dit voertuig achterop een trekker met oplegger (7 van de 8), die op de meest rechtse rijstrook reed. Eenmaal vond het ongeval plaats op een toerit. Bij drie ongevallen lijkt afleiding een rol te hebben gespeeld bij het niet opmerken van de file; tweemaal door telefoongebruik en eenmaal door een tablet. Bij een ander ongeval heeft de bestuurder van het achteroprijdende voertuig wel geprobeerd te remmen, maar zorgde overbelading ervoor dat zijn voertuig onvoldoende afremde (verminderde remvertraging). Bij de andere vier ongevallen was het onbekend waarom de achterste weggebruiker de file niet had opgemerkt.

Vijf van de acht locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren voorzien van verkeerssignalering (matrixborden of lokale filebeveiliging). Op een van deze locaties was de signalering echter nog niet in bedrijf en op een andere locatie lijkt deze niet in werking te zijn geweest. Twee van de andere drie 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 een voertuig dat achterop een file reed is bekend dat het voorzien was van een dergelijk systeem, maar dit heeft niet ingegrepen. De oorzaak daarvan is onbekend gebleven. Nader onderzoek door de politie is gestaakt, waarschijnlijk omdat de juridische noodzaak daarvoor ontbrak.

Ook in de periode **2016-2019** vond ongeveer de helft van de kop-staartaanrijdingen plaats bij de staart van een file (48 van de 93 kop-staartaanrijdingen). Vier op de tien locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond was voorzien van verkeerssignalering (n=20). In acht van de twintig gevallen stond deze signalering uit, deels omdat deze nog niet in bedrijf was.

Bij de negen kop-staartaanrijdingen in **2020** waarbij *geen* sprake was van een file, was in veel gevallen (n=7) ook sprake van een groot snelheidsverschil. Dit snelheidsverschil werd veroorzaakt door een zeer hoge snelheid van het achteropkomende voertuig of een zeer lage snelheid van het voorste voertuig. Viermaal reed een automobilist namelijk met een snelheid tussen de 170 en 200 km/uur achterop een trekker met oplegger of een automobilist die zich aan de geldende snelheidslimiet hield. Driemaal reed een automobilist achterop een voertuig dat door een technisch mankement zeer langzaam reed of op de vluchtstrook geparkeerd stond.

In voorgaande jaren (**2016-2019**) was de aanleiding van de niet-filegerelateerde aanrijdingen vergelijkbaar met die in 2020. Ook daar was sprake van grote snelheidsverschillen door enerzijds een te hoge snelheid en anderzijds een relatief lage rijsnelheid door een voertuigdefect of op de rijbaan gestrande voertuigen als gevolg van een eerder ongeval.

3.3.3 Frontale aanrijdingen

De frontale aanrijdingen in 2020 waren vier aanrijdingen op enkelbaanswegen en twee spookrijongevallen.

Frontale aanrijdingen op enkelbaanswegen

In **2020** vonden vier van de in totaal zes 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 verschillende, deels onbekende redenen en tweemaal in een bocht – op de andere weghelft terechtkwam en daar in botsing kwam met een tegenligger. Eenmaal was de tegenligger een personenauto, eenmaal een bestelbus en tweemaal 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 en eenmaal de bestuurder van een derde voertuig dat bij het ongeval betrokken raakte. Daarnaast raakte tweemaal de bestuurder van het tegemoetkomende voertuig zwaargewond.

De ongevallen uit de periode **2015-2019** gaven eenzelfde beeld. In totaal vonden 23 frontale aanrijdingen plaats op een enkelbaansweg waar de rijrichtingen uitsluitend gescheiden waren door een dubbele asmarkering, al dan niet met groene vulling. Achtmaal betrof het een 80km/uur-weg en vijftien keer een 100km/uur-weg. De weggebruiker die op de andere weghelft raakte kwam negen keer in botsing met een personenauto, eenmaal met een bestelauto en dertien keer met een vrachtauto of ander zwaar voertuig (bus of landbouwvoertuig). Bij deze 23 ongevallen kwamen in totaal 26 inzittenden te overlijden. In twintig gevallen betrof het de bestuurder of een passagier van het voertuig dat op de andere weghelft terechtkwam en zesmaal een inzittende van het tegemoetkomende voertuig.

Spookrijongevallen

Tweemaal was het dodelijke frontale ongeval in **2020** een aanrijding met een spookrijder. In beide gevallen was het niet bekend waar de spookrijder zijn spookrit begon en of het een bewuste manoeuvre was of een vergissing. Eenmaal was het de spookrijder die bij het ongeval kwam te overlijden en bij het andere ongeval een passagier van het voertuig waarmee hij in botsing kwam. Bij dat laatste ongeval raakten ook de twee betrokken bestuurders (inclusief de spookrijder) ernstig gewond.

In de periode **2015-2019** vonden er jaarlijks twee tot drie dodelijke spookrijongevallen plaats (twaalf in totaal). 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 **2019** was er tweemaal sprake van een automobilist die in verwarde toestand ter hoogte van een toerit op de rijbaan keerde en tegen het verkeer in ging rijden. De derde spookrit in 2019 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 **2018** vonden twee spookrijongevallen plaats. Bij één spookrijongeval was 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 in 2018 kwamen in totaal vier mensen om het leven; alle betrokkenen zaten alleen in de auto. In **2017** waren er ook twee dodelijke spookrijongevallen. In beide gevallen was de spookrijder 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. Bij de twee dodelijke spookrijongevallen 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 deze drie spookrijongevallen 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 bij 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*).

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 (zie *Paragraaf 2.3* voor een nadere toelichting). Aangezien de politie niet bij elk ongeval systematisch alle mogelijke ongevalsfactoren onderzoekt, is niet altijd bekend of een factor een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van een ongeval. Bij ongevallen waarbij de enige betrokkene is komen te overlijden is er bijvoorbeeld geen juridische noodzaak om uitgebreid onderzoek te verrichten. Daarnaast worden telefoons alleen uitgelezen als er een vermoeden bestaat dat er sprake was van telefoongebruik en worden ook niet alle bestuurders die bij ongevallen betrokken waren gecontroleerd op alcohol- of drugsgebruik. Verder is het vaak lastig te bepalen of afleiding, vermoeidheid of een medische aandoening een rol heeft gespeeld bij het ontstaan van het ongeval, zeker als de enige persoon die bij het ongeval betrokken was, als gevolg van het ongeval is

komen te overlijden. De aantallen die in de volgende paragrafen worden genoemd geven derhalve de ondergrens aan.

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 **2020** zijn (combinaties van) alcohol- en/of drugsgebruik, hoge rijsnelheid, afleiding, vermoeidheid en onwelwording. Voor een derde 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 twee van de 54 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 19 van de 54 ongevallen was geen van de betrokkenen getest op alcoholgebruik. Bij acht van de betrokken bestuurders werd **drugsgebruik** geconstateerd via een indicatieve speeksel- of urinetest en tweemaal (ook) via bloedonderzoek. Dit varieerde van cannabis en amfetamine tot cocaïne. Daarnaast was er tweemaal het vermoeden van het gebruik van lachgas. In ten minste twee van de acht gevallen van drugsgebruik was er sprake van een combinatie met alcoholgebruik. Er is echter niet in alle gevallen ook op alcoholgebruik getest.

Bij tien ongevallen heeft de politie vastgesteld dan wel geconcludeerd dat één van de betrokken bestuurders met een **te hoge snelheid** reed. In acht van deze gevallen betrof het een snelheid van minimaal 150 km/uur. In ten minste vier van deze acht 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 en/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 ten minste drie van de 54 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 namelijk getuigenverklaringen dat de betrokkene met een telefoon bezig was of werd een telefoon of tablet op de grond of stuur gevonden (vijfmaal). 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 twee 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 bijrijder. 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 **onwel** werden konden niet voorkomen dat ze in botsing kwamen met een obstakel of andere weggebruiker. Bij ten minste twee ongevallen was er sprake van een onwelwording, al was de medische reden daarvoor niet altijd op te maken uit de politie-informatie.

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*). Vijf andere dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2020 zijn om die reden niet in het onderzoek meegenomen.

In het onderzoek naar dodelijke ongevallen op rijkswegen in **2016 t/m 2019** 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 zes ongevallen speelde in **2020** 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 of brandstoftoevoer van een motorvoertuig waardoor deze nagenoeg stilviel en eenmaal was er sprake van een klapband. In de eerste twee gevallen leidde dit ertoe dat het voertuig een obstakel vormde op de rijbaan en werd aangereden door een achteropkomend voertuig. In het derde geval verloor de bestuurder de controle over het voertuig en kwam in botsing met een ander motorvoertuig. In alle drie de gevallen kwam een inzittende van het andere voertuig – zonder technische problemen – te overlijden.

Bij een ander ongeval zorgde *overbelading* van een voertuig ervoor dat de maximale remvertraging niet bereikt werd, waardoor de bestuurder niet voldoende kon afremmen en achterop een voorligger botste.

Bij één ongeval heeft het *noodremsysteem* van een vrachtauto (AEBS) *niet ingegrepen*. Bij een ander ongeval heeft onjuiste interpretatie van de status van het *ondersteuningssysteem* (autopilot) eraan bijgedragen dat de bestuurder niet de volle aandacht bij de rijtaak had.

In de periode **2016-2019** speelden de technische staat van een voertuig of voertuigeigenschappen op vergelijkbare wijze een rol. In totaal leidden dertien 'defecten' zoals motorische problemen of een klapband ertoe dat een voertuig een obstakel vormde op de rijbaan. Bij vier ongevallen greep de aanwezige AEBS van een vrachtauto niet in.

3.4.3 De rol van de infrastructuur bij het ontstaan van ongevallen

De infrastructurele aspecten die in 2020 het vaakst een rol speelden bij het ontstaan van ongevallen op rijkswegen waren het ontbreken of het niet functioneren van verkeerssignalering (matrixborden) op filegevoelige locaties, het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen en een te krappe boogstraal waarvoor weggebruikers onvoldoende werden gewaarschuwd. De aanwezigheid van niet-afgeschermd obstakels speelt vooral een rol bij de afloop van ongevallen en wordt behandeld in *Paragraaf 3.5.1*.

Van de acht locaties waar in **2020** een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond, waren er vijf voorzien van verkeerssignalering via matrixborden boven de weg of lokale filebeveiliging langs de weg. Dergelijke verkeerssignalering waarschuwt de weggebruiker voor verstoringen van de doorstroming en dwingt hem zijn snelheid te verlagen. Op een van deze locaties was de signalering echter nog niet in bedrijf en op een andere locatie lijkt deze niet in werking te zijn geweest. Twee van de andere drie locaties stonden wel bekend als *filegevoelig*, maar waren *niet voorzien van*

verkeerssignalering. In de periode **2015-2019** waren vijftien van de 48 filegevoelige ongevalslocaties niet voorzien van signalering. In de periode **2016-2019** waren vier op de tien locaties waar een filegerelateerde kop-staartaanrijding plaatsvond wel voorzien van verkeerssignalering (n=20). In acht van de 20 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 zes frontale ongevallen in **2020** speelde de **afwezigheid van een fysieke rijrichtingscheiding** een rol, al dan niet in combinatie met een krappe verhardingsbreedte. Dit gold ook voor 21 van de 28 frontale ongevallen op rijkswegen in de periode **2016-2019**. 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 rijsnelheden van 80 tot 100 km/uur is de kans op een dodelijke afloop daarbij groot.

Bij zeven van de 54 ongevallen op rijkswegen die plaatsvonden in **2020** 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). Viermaal betrof het een krappe boog in een afrit en driemaal een verbindingsboog van een knooppunt. Op deze locaties zijn vier automobilisten en een bestelautochauffeur de bocht uitgevlogen en vervolgens over de kop gegaan of tegen een boom of geluidswal tot stilstand gekomen. Twee motorrijders zijn in de bocht tegen de geleiderail terecht gekomen. Zowel bij de aansluitingen met krappe bogen met een ontwerpsnelheid van 50 km/uur als bij de knooppunten met verbindingsbogen met een ontwerpsnelheid van 70 km/uur werd de **weggebruiker onvoldoende gewaarschuwd voor de krappe bocht**: de snelheidslimiet was niet verlaagd (bijvoorbeeld via een adviessnelheid die past bij de ontwerpsnelheid) en de krappe boog was niet aangekondigd (RVV-bord J2). In **2018 en 2019** speelde een te krappe boogstraal bij respectievelijk drie van de 75 en vier van de 62 ongevallen een rol. Vijfmaal betrof het een krappe boog van een aansluiting en tweemaal een krappe verbindingsboog van een trompetknooppunt. Op deze locaties zijn vijf automobilisten de bocht uitgevlogen en in een watergang (tweemaal) dan wel tegen een boom tot stilstand gekomen (driemaal). Twee motorrijders vlogen uit de bocht en kwamen vervolgens tegen een paal van een verkeersbord (tweemaal). Bij de trompetknooppunten werden weggebruikers wel vooraf gewaarschuwd (lagere snelheid, RVV-bord J2 en bochtschilden), bij de aansluitingen 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 ruim een kwart van de dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2020 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. Hier 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 zijn 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.

Om te bepalen of de buitenberm van een ongevalslocatie over een voldoende breedte vrij was van obstakels, hebben we de afstand gemeten tussen het obstakel waarmee een voertuig is gebotst en de binnenkant van de kantmarkering van de meest rechts gelegen reguliere rijstrook.⁴ Deze afstand hebben we vergeleken met de breedte van de obstakelvrije zone voor de betreffende ontwerpsnelheid, zoals die is voorgeschreven in de huidige richtlijnen. Voor de ontwerpsnelheid zijn we in dit rapport uitgegaan van de snelheidslimiet op de locatie van het ongeval. Bij een gecombineerde limiet zoals 100 km/uur overdag en 130 km/uur 's nachts zijn we uitgegaan van de hoogste limiet.

De huidige richtlijnen schrijven een obstakelvrije zone van 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, 2019; NOA-2007 (AVV, 2007) en ROA2017 met de bijbehorende richtlijn voor een veilige inrichting van bermen (Rijkswaterstaat, 2017a; 2017b)]. 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 **2020** zijn opgenomen in *Tabel 3.7*. Het betreft de objecten en obstakels die een rol speelden bij de dodelijke afloop van de 23 bestudeerde obstakelgevallen. Ter informatie hebben we ook weergegeven wat de verdeling was in de periode 2015-2019.⁵ De objecten en obstakels verschillen in hun mate van botsveiligheid. Zo is een geleiderail in principe bedoeld om het voertuig te keren en te geleiden zodat voorkomen wordt dat het tegen een obstakel botst of met een tegenligger die op de andere rijbaan rijdt. Geleiderails zijn daarmee relatief botsveilige objecten. Niet botsveilig zijn bomen met een diameter groter dan 8 cm, taluds en greppels met een helling steiler dan 1:3, portalen, pijlers van viaducten, en watergangen met een diepgang van meer dan één meter. Deze obstakels moeten volgens de richtlijn dan ook buiten de obstakelvrije zone worden geplaatst of anders worden afgeschermd met een geleiderail, barri er of een obstakelbeveiliger zoals de RIMOB (rimpelbuisobstakelbeveiliger).



4. Als het een aanrijding betrof van een object of obstakel in de middenberm dan werd de afstand gemeten vanaf de binnenkant van de kantmarkering van de meest links gelegen rijstrook. Dat geldt ook voor objecten of obstakels in de buitenberm van een boog naar rechts of de binnenberm van een boog naar links.
5. Voor detailinformatie per ongevalsjaar zie (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020a; 2020b).

In *Tabel 3.7* is voor de 15 niet-botsveilige obstakels – dus niet zijnde een geleiderail – in de berm weergegeven hoeveel er binnen 10 m van de binnenkant van de kantmarkering stonden, hoeveel tussen 10 m tot 13 m en hoeveel er zich 13 m of verder bevonden. Hieruit kunnen we afleiden dat een derde van de obstakels (n=5) binnen 10 m van de kantmarkering stond. Twee van deze obstakels – een portaalpoot en een watergang – bevonden zich in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid of snelheidslimiet van 70 km/uur op een afstand van 6 m of meer. Voor die wegen voldeed de obstakelvrije afstand aan de richtlijnen (CROW, 2019; Rijkswaterstaat, 2017b). Drie andere obstakels – een niet-botsveilige verkeerspaal, een boom en een watergang – stonden respectievelijk onafgeschermd in de middenberm van een 80km/uur-weg of binnen de obstakelvrije zone in de buitenberm van een 80- of 100km/uur-weg en voldeden daarmee *niet* aan de richtlijnen.

Acht obstakels bevonden zich tussen de 10 m en 13 m van de kantmarkering. Drie van deze obstakels – twee bomen, en een greppel – bevonden zich in de buitenberm van een 80km/uur-weg of een afrit, op een afstand van 6 m of meer of in de buitenberm van een 100km/uur-weg op een afstand van 10 m of meer. Daarmee voldeed de obstakelvrije afstand aan de richtlijnen (CROW, 2019; Rijkswaterstaat, 2017b). De andere vijf obstakels – drie bomen, een greppel en een watergang – 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, in beide gevallen een watergang, bevonden zich verder dan 13 m van de binnenkant van de kantmarkering. Ondanks een afstand van meer dan 13 m raakten de betrokken voertuigen te water. De aanrijding van een obstakel dat op een grotere afstand dan 13 m staat, vergroot de kans dat het voertuig niet door medeweggebruikers wordt opgemerkt en hulpverlening (te) laat op gang komt. Dat was het geval bij allebei deze ongevallen.

De kans op een aanrijding met een obstakel dat verder van de rijbaan ligt, is groter als de rijnsnelheid hoger is. In **2020** bevonden beide obstakels die verder dan 13 m van de rijbaan stonden (beide een watergang) zich in de berm van een 130km/uur-weg. In de periode **2015-2019** stonden 13 van de 21 obstakels die verder dan 13 m van de rijbaan stonden, in de berm van een 130km/uur-weg en acht in de berm van een weg met een snelheidslimiet van 100 km/uur of lager.

Tabel 3.7. Obstakels betrokken bij dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015 – 2019 en 2020, 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
Boom	2015-2019	32	15 ^{a,b}	15 ^c	2
	2020	6	1	5^c	0
Geleiderail	2015-2019	35	(niet van toepassing)		
	2020	8			
Lichtmast / verkeersbord	2015-2019	6 ^e	3 ^d	0	0
	2020	0	0	0	0
Pijlwagen/ botsabsorberwagen	2015-2019	7	(niet van toepassing)		
	2020	0			
Pijler, portaal of paal van wegwijzer	2015-2019	19	14 ^{d,f}	5	0
	2020	2	2^{d,g}	0	0
Talud/greppel/ walkant van droge sloot	2015-2019	26	10	5	11
	2020	2	0	2^g	0
Watergang	2015-2019	14	4 ^g	2 ^c	8
	2020	5	2^g	1	2
Totaal	2015-2019	139	46	27	21
	2020	23	5	8	2

- ^a Twee van deze obstakels stonden in de middenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur).
^b Vier 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).
^c Twee van deze obstakels stonden in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager of gelijk aan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). De obstakels staan daarmee buiten de voorgeschreven obstakelvrije zone (10 m bij een ontwerpsnelheid van 90 km/uur).
^d Een 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).
^e Drie van deze objecten waren verkeersborden, die botsveilig zijn.
^f Twee van deze obstakels stonden in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager of gelijk aan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). De obstakels staan daarmee buiten de voorgeschreven obstakelvrije zone.
^g Eén van deze obstakels stond in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). Het obstakel staat daarmee buiten de voorgeschreven obstakelvrije zone.

Aanrijdingen van obstakels kunnen worden voorkomen door ze af te schermen met een geleiderail. De aanwezigheid van een geleiderail is echter geen garantie voor een minder ernstige afloop van een verkeersongeval. Ook een aanrijding met een geleiderail kan leiden tot een dodelijk ongeval. In **2020** waren er op rijkswegen acht aanrijdingen met een geleiderail die een dodelijke afloop hadden. In de periode **2015-2019** varieerde dat aantal van drie (in 2015) tot negen (in 2016 en 2019).

In **2020** was het in vijf van de acht gevallen een motorrijder die in botsing kwam met een geleiderail. Tweemaal raakte een motorrijder de controle over zijn voertuig kwijt na contact met een ander voertuig, waarna hij met zijn lichaam op of tegen de geleiderail in de middenberm terecht kwam. Eenmaal raakte een motorrijder geleidelijk in de middenberm, verloor daar na enige tijd de controle over zijn voertuig en belandde op de geleiderail, en tweemaal ging een motorrijder in een (te) krappe verbindingsoog onderuit en schoof tegen de geleiderail die in de buitenberm stond. Deze geleiderails waren niet voorzien van een motorplank. In de periode **2016-2019** kwamen jaarlijks twee tot vier motorrijders in botsing met een geleiderail. In zeven van de in totaal achttien gevallen dat een motorrijder in de periode **2016-2020** 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 bergingszone⁶ smaller dan de voorgeschreven 2,5 m. Ernstig letsel bij motorrijders als gevolg van een aanrijding met een geleiderail is overigens moeilijk geheel te voorkomen; het is voor een belangrijk deel inherent aan de kwetsbaarheid van een motorrijder. De toepassing van een motorfietsvriendelijke geleiderail kan contact met de staanders van een geleiderail wel voorkomen en wordt om die reden voorgeschreven in krappe bogen (Rijkswaterstaat, 2017b).

Bij de andere drie aanrijdingen met een geleiderail in **2020** die tot een dodelijke afloop leidden, kwam een personenauto op een af- of toerit in botsing met een geleiderail. Twee ongevallen ontstonden nadat een automobilist in de (te) krappe bocht van een afrit rechtdoor reed, waarna de personenauto over de geleiderail in de buitenbocht werd gelanceerd of de berm in ging en op de kop op een talud of een verderop staande geleiderail belandde. Een van de inzittenden werd daarbij uit het voertuig geslingerd. Bij het derde ongeval leidde de botsing met een geleiderail en het niet dragen van een autogordel ertoe dat een inzittende deels uit het voertuig werd geworpen en in contact kwam met objecten die op de geleiderail waren bevestigd. In de periode **2017-2019**⁷ kwamen jaarlijks drie tot vijf inzittenden van een personenauto om het leven doordat ze uit het voertuig werden geworpen na een botsing met een geleiderail. Geen van hen droeg een gordel.

Behalve in aanrijdingen met een geleiderail speelt de geleiderail ook bij andere ongevallen een rol. In **2020** reed een personenauto het beginpunt van een ingegraven geleiderail op, dat onvoldoende afgebogen was, waarna het voertuig in de lengterichting over de kop ging en op de kop in een watergang terecht kwam. In de periode **2015-2019** vonden jaarlijks twee tot drie ongevallen plaats waarbij een personenauto het niet voldoende afgebogen beginpunt van een geleiderail opreed en over de kop ging of in botsing kwam met het obstakel dat de geleiderail had moeten afschermen. In *Tabel 3.7* is het obstakel voor deze ongevallen niet de geleiderail maar het obstakel dat daarachter stond, zoals een watergang, 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.



6. 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).
7. Voor de eerdere jaren is hier geen informatie over.

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 **2020** was bij 17 van de 38 overleden bestuurders van een motorvoertuig (niet zijnde een tweewieler) de stuurairbag geactiveerd. Ook in de jaren **2016-2019** was bij circa de helft van de inzittenden de stuurairbag uitgevouwen.

Bij 16 van de 38 in **2020** overleden bestuurders was geen stuurairbag uitgevouwen; bij zes daarvan waren wel gordijn- en/of zijairbags uitgevouwen. Bij de zeven overleden voorpassagiers was er viermaal geen passagiersairbag geactiveerd. In acht gevallen was het onbekend of de airbag bij de zitplaats van het overleden slachtoffer was geactiveerd. Dit betrof vijf keer een bestuurder en drie keer een voorpassagier. Twee 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 **2020** had dit systeem bij ten minste vier ongevallen op rijkswegen de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen door het eerder traceren van het voertuig en het daarmee voorkomen van verdrinking⁸ of het bespoedigen van de hulpverlening. De betreffende voertuigen werden namelijk pas na geruime tijd opgemerkt door een voorbijganger of opgespoord na een zoektocht op basis van een vermissing. In de periode **2017-2019** had eCall bij (ten minste) elf ongevallen de dodelijke afloop mogelijk kunnen voorkomen. In zowel **2016**, **2019** als **2020** is eCall wel in werking getreden bij één van de bij het ongeval betrokken voertuigen, maar was het slachtoffer al overleden. In **2017** en in **2020** zijn de hulpdiensten bij één ander ongeval gealarmeerd via de noodknop van een passerende en hulpverlenende ANWB-wegenwachtauto.

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 verkleinen ze de kans dat een inzittende uit het voertuig wordt geslingerd, mits de gordel wordt gedragen. In **2020** heeft het op of over de kop gaan van het voertuig een rol gespeeld bij de dodelijke afloop van negen ongevallen. Dit komt overeen met de voorgaande jaren, waar in de periode **2017-2019** het op of over de kop gaan van het voertuig jaarlijks een rol speelde bij de dodelijke afloop van zeven tot negen ongevallen.

Inzittenden zijn ook niet beschermd tegen obstakels, lading of andere voertuigen die het voertuig binnendringen. Beknelling in de cabine van het eigen voertuig is vaak de oorzaak van overlijden van inzittenden van bestel- en vrachtauto's, vooral bij kop-staartaanrijdingen. In **2020** was dit het geval bij zes van de dertien ongevallen waarbij de inzittende van een bestel- of vrachtauto kwam te overlijden.



8. In totaal zijn in 2020 zes verkeersdeelnemers overleden nadat het voertuig waarin ze zaten in het water terecht was gekomen (vijf verschillende ongevallen). Bij drie van de zes (drie verschillende ongevallen) duurde het uren voordat het voertuig werd opgemerkt.

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 noodremssystemen zoals AEBS. De aanwezigheid van veiligheidssystemen zoals een noodremstelsysteem is echter geen garantie voor het voorkomen van ongevallen. In de periode **2017-2020** waren vijf vrachtauto's die als achterste voertuig betrokken waren bij een dodelijke kop-staartaanrijding op een rijksweg wel met een dergelijk systeem uitgerust, maar greep het systeem niet in. Eenmaal leek het systeem uitgeschakeld.

Tabel 3.8 laat zien dat de leeftijd van de personenauto's waarin de slachtoffers reden in **2020** iets ouder was dan die van het hele park in Nederland (peildatum 1 januari 2020). Een op de tien personenauto's was jonger dan 5 jaar. In **2017** en **2018** was het aandeel jonge auto's iets groter (0 tot 5 jaar respectievelijk 16% en 14%), en in **2019** zelfs een kwart en daarmee vergelijkbaar met het voertuigpark. Ook het aandeel personenauto's ouder dan 15 jaar waarin de slachtoffers reden die in **2020** als gevolg van een ongeval op een rijksweg kwamen te overlijden komt meer overeen met dat in **2017** en **2018** (respectievelijk 36% en 40%) dan met het aandeel in **2019** (23%).

Tabel 3.8. Leeftijd van de personenauto waarin een in 2020 overleden verkeersdeelnemer zat, en het aandeel van het Nederlandse voertuigpark met deze leeftijd.

Leeftijd van de personenauto	Ongeval	Voertuigpark*
0-5 jaar	3 (10%)	21%
5-10 jaar	7 (23%)	28%
10-15 jaar	10 (32%)	24%
Ouder dan 15 jaar	11 (35%)	27%
Totaal	31** (100%)	100%

* Per 1 januari 2020 (Bron: BOVAG-RAI, 2020).

** Van één personenauto was niet bekend wat het bouwjaar was.

3.5.3 Gebruik van beveiligingsmiddelen

Door het gebruik van de gordel kunnen voertuiginzittenden zichzelf beschermen tegen de gevolgen van de botsimpact. Van de 47 in **2020** 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 (22 inzittenden). Van negen overleden inzittenden was het onbekend of ze een gordel droegen. Door schade aan of brand in het voertuig⁹ was dit niet meer vast te stellen, of de politie heeft er geen onderzoek naar gedaan of hun bevindingen hieromtrent niet gerapporteerd. Van ongeveer een derde (16 inzittenden) is bekend dat ze *geen* gordel droegen (12 bestuurders en 4 passagiers). Zes van hen zijn na een botsing met een geleiderail of een obstakel geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd (5 bestuurders en 1 passagier).

Bij de dodelijke ongevallen op rijkswegen in de jaren **2016-2019** was eveneens van ongeveer de helft van de overleden inzittenden die in een personen-, bestel- of vrachtauto zaten bekend dat ze een gordel droegen. In zowel 2018 als 2019 droeg ook ongeveer een derde van de overleden inzittenden (18 van de 64 respectievelijk 65) *geen* gordel. In 2018 zijn twaalf van hen geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd (6 bestuurders en 6 passagiers) en in 2019 negen (4 bestuurders en 5 passagiers).

9. Drie van de overleden inzittenden zijn in het voertuig verbrand.

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

In 2020 vonden 54 dodelijke ongevallen plaats op rijkswegen. Dat aantal was lager dan in voorgaande jaren, maar de verdeling naar ongevalstypen was vergelijkbaar. De ongevalstypen die het meest voorkwamen zijn:

- aanrijdingen van een obstakel in de berm, zoals een boom of watergang (n=23);
- kop-staartaanrijdingen (n=17), waarvan de helft in de staart van een file (n=8); en
- frontale aanrijdingen (n=6), waarvan vier op enkelbaanswegen.

Als we kijken naar de 58 verkeersdeelnemers die bij deze ongevallen kwamen te overlijden dan valt op dat er in 2020 de helft minder passagiers kwamen te overlijden dan in voorgaande jaren. Ook het aantal vrouwelijke slachtoffers is veel lager dan in de voorgaande jaren: een derde van het gemiddelde over 2016-2019. Het lage aantal overleden passagiers kan verband houden met COVID-19; men was mogelijk minder geneigd om samen in een auto te rijden. Het verschil kan echter ook op toeval berusten.

Factoren die een rol speelden bij het ontstaan van de ongevallen

De ongevallen ontstonden veelal 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 een zeer hoge rijsnelheid (n=10), drugsgebruik (n=8), alcoholgebruik (n=2), afleiding (n=3), tot vermoeidheid (n=2) en onwelwording (n=2). Bij sommige ongevallen was er zowel sprake van een zeer hoge rijsnelheid als van alcohol- en/of drugsgebruik. De aantallen mogen daarom niet bij elkaar worden opgeteld. De genoemde 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 zes ongevallen speelde een voertuigkenmerk een rol bij het ontstaan van het ongeval. Dit varieerde van een technisch mankement aan de motor of de brandstofvoeder, een klapband en overbelading tot het (tegen de verwachting in) niet ingrijpen van een bestuurdersondersteuningssysteem.

De infrastructurele factor die in 2020 het vaakst een rol speelde bij het ontstaan van ongevallen op rijkswegen is een te krappe boogstraal en het ontbreken van de daarvoor benodigde aankondiging (n=7). Daarnaast speelde bij vier ongevallen het ontbreken of het niet functioneren van verkeerssignalering (matrixborden) op filegevoelige locaties een rol en bij vier andere ongevallen het ontbreken van een fysieke rijrichtingscheiding op enkelbaanswegen.

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. Vijf van de vijftien obstakels die werden aangereden stonden binnen 10 meter van de kantmarkering, acht stonden tussen 10 en 13 m en de overige twee stonden verder dan 13 m van de kantmarkering. In totaal stonden zeven obstakels binnen de obstakelvrije zone die is voorgeschreven gegeven de geldende snelheidslimiet. Daarnaast leidden acht aanrijdingen met een geleiderail tot een dodelijke afloop; vijfmaal doordat een motorrijder met zijn lichaam in contact kwam met de geleiderail, driemaal doordat een personenauto als direct of indirect gevolg van de aanrijding over de kop ging of een van de inzittenden, mede door het niet dragen van de autogordel, uit het voertuig werd geslingerd. In vergelijking met voorgaande jaren zijn er in 2020 relatief veel auto's te water geraakt. Bij vijf van dergelijke ongevallen zijn zes inzittenden verdrongen, doordat het voertuig laat werd opgemerkt, de bestuurder bij het te water raken uit het voertuig werd geslingerd of doordat de portieren in een smalle watergang niet geopend konden worden.

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 47 overleden inzittenden van een voertuig droeg – voor zover kon worden nagegaan – op het moment van het ongeval een gordel. Een derde (n=16) droeg *geen* gordel. Zes van hen zijn geheel of gedeeltelijk uit het voertuig geslingerd.

De leeftijd en massa van de personenauto spelen ook een rol bij de overlevingskans. Jongere 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. In de periode **2017-2020** waren vijf vrachtauto's die als achterste voertuig betrokken waren bij een dodelijke kop-staartaanrijding op een rijksweg met een dergelijk systeem uitgerust; het systeem greep echter niet in.

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 maatregelen worden in de volgende paragrafen ook kort behandeld.

Aangezien de meest voorkomende ongevals- en letsselfactoren voor dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2020 sterk overeenkomen met die in voorgaande jaren (zie Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; en Davidse, Van Duijvenvoorde & Louwerse, 2020a; 2020b), 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 2020.

4.2.1 Maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen

4.2.1.1 Filegevoelige locaties voorzien van (werkende) verkeerssignalering

Matrixborden boven de weg kunnen weggebruikers waarschuwen voor een naderende file en de rijsnelheid tijdig omlaag brengen. Daarmee kunnen *ongevallen in de staart van een file* worden voorkomen. Niet alle rijkswegen zijn voorzien van verkeerssignalering. Een eerste voorwaarde van Rijkswaterstaat voor aanleg van verkeerssignalering is dat het een filegevoelige locatie betreft. Veertien filegevoelige locaties waar in de periode **2016-2020** een filegerelateerde kop-staart-aanrijding plaatsvond, waren echter niet voorzien van verkeerssignalering. Bovendien was de verkeerssignalering bij tien van de 25 locaties die wel zo'n systeem hadden, op het moment van het ongeval buiten werking (achtmaal) 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 ontnamen. 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 ontkrachten 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 dwarsprofiel zonder fysieke rijrichtingscheiding. Voor de reguliere geleiderail werd daarbij

gerekend met een verbreding van het bestaande dwarsprofiel. Zowel Arcadis (2020) als Nasir et al. (2019) concluderen dat de Box Beam en de W-beam met motorrijdersbeschermingssysteem de veiligste vormen van rijrichtingscheiding zijn voor motorrijders, evenals de reguliere geleiderail als een wegverbreding tot de mogelijkheden behoort.

Arcadis geeft als kanttekening bij toepassing van de Box Beam en W-beam op een smal dwarsprofiel dat deze bij uitbuiging op de rijbaan voor tegemoetkomend verkeer terecht kan komen. Daardoor kan alsnog een aanrijding met tegemoetkomend verkeer ontstaan, maar de impact van die aanrijding is naar verwachting wel lager dan bij een directe frontale impact (Arcadis, 2020). Daarnaast stelt Arcadis dat het aantal enkelvoudige ongevallen mogelijk zal toenemen als gevolg van de beperkte objectafstand¹⁰ en de obstakelvrees. Door het smalle dwarsprofiel zal de Box Beam of W-beam dichterbij de rijbaan staan, waardoor bestuurders mogelijk meer afstand houden (obstakelvrees) en daardoor dichterbij de buitenberm rijden. Dit kan tot een enkelvoudig ongeval leiden als ze in de berm raken. Nader onderzoek, bijvoorbeeld in een rijnsimulator, zal moeten uitwijzen of de obstakelvrees bij een slanke constructie als een Box Beam en W-beam even groot is als bij een reguliere geleiderail.

Met de Box Beam en de W-beam kunnen frontale ongevallen worden voorkomen op locaties waar geen mogelijkheid is om het dwarsprofiel te verbreden, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van moeilijk verplaatsbare bermobjecten zoals watergangen en viaducten (Van den Berg, 2021). Als er wel ruimte is om het wegprofiel te verbreden, verdient een inrichting conform het standaarddwarsprofiel uit de richtlijnen voor regionale stroomwegen de voorkeur: met een middenberm voorzien van een geleiderail (CROW, 2013). De hogere kosten van het aanbrengen van een rijrichtingscheiding zijn verdedigbaar op basis van het hoge risico van frontale ongevallen op enkelbaans N-wegen die in het beheer zijn van het Rijk. In de periode **2016-2020** ging het jaarlijks om een aandeel van 5 tot 11% van het totaal aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Ter indicatie: in de periode 2014-2016 vond zo'n 4% van de totale verkeersprestatie plaats op 1x2 enkelbaanswegen (Rijkswaterstaat, 2018).

4.2.1.3 Waarschuwing voor en bebakening in krappe bogen

In de periode **2018-2020** vonden in totaal veertien ongevallen plaats in krappe bogen, waarvan de helft plaatsvond in 2020. 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. Aan de hand van de ontwerpsnelheid van de boog en de gereden snelheid op het voorliggende wegvak wordt de boog ingedeeld in een categorie A t/m E (Figuur 1.15, CROW, 2015). Vervolgens geeft een tabel de volgens CROW vereiste maatregelen in de vorm van waarschuwingsborden en/of bochtschilden (Figuur 1.16, CROW, 2015). 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 waarschuwingsborden, 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 waarschuwingsborden, de adviessnelheid als de bochtschilden ontbreken. Het is aan te bevelen de CROW-methodiek ook toe te passen op rijkswegen, op basis van de werkelijke rijnsnelheden, en de huidige aankondiging en bebakening van bogen in afritten en verbindingssloten te schouwen. Daarnaast is het belangrijk te onderzoeken hoe met name de bochtschilden (na het begin van de boog) motorvriendelijk kunnen worden uitgevoerd.



10. Afstand van een botsveilig object zoals een geleiderail of Box Beam tot de binnenkant van de kantmarkering. Deze moet op een weg met een ontwerpsnelheid van 90 km/uur minimaal 1,0 m zijn en bij een ontwerpsnelheid van 120 km/uur minimaal 1,5 m.

4.2.1.4 Overige maatregelen om ongevallen op rijkswegen te voorkomen

Ook voertuig- en gedragsmaatregelen kunnen bijdragen aan een reductie van het aantal dodelijke ongevallen op rijkswegen. Een aantal relevante voorbeelden wordt genoemd, zonder uitputtend te zijn. De nadruk bij de aanbevelingen 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).

Het zijn niet alleen personenauto’s, maar ook vrachtauto’s die achter op een voorganger rijden en zo een dodelijk ongeval veroorzaken. 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. Deze en voorgaande analyses van dodelijke ongevallen op rijkswegen hebben laten zien dat het systeem lang niet altijd werkt en bovendien door de bestuurder kan worden uitgeschakeld. Bij zeven kop-staartaanrijdingen op rijkswegen die plaatsvonden in de periode **2017-2020** waarbij een personenauto (tweemaal) of een vrachtauto (vijfmaal) achter op een voorligger reed, lijkt het aanwezige noodremsysteem niet te hebben ingegrepen.

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 nog 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, zoals de combinatie van alcoholgebruik en een hoge rijsnelheid of het met hoge snelheid rechts inhalen. 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.

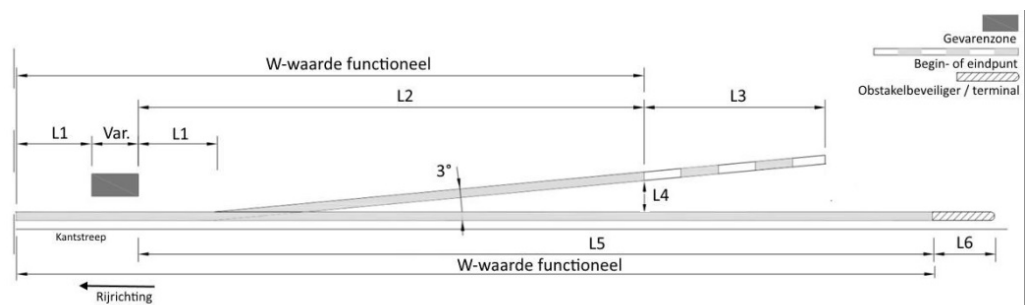
De minimale breedte van de obstakelvrije zone is afhankelijk van de snelheidslimiet ter plaatse en varieert van 6 m op een 80km/uur-weg en 10 m op een 100km/uur-weg tot 13 m op een 120km/uur-weg en bij voorkeur 14,5 m op een 130km/uur-weg (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a; 2017b). Deze afstanden 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 zonder verbreding van de obstakelvrije zone vanuit veiligheidsoverwegingen ongewenst is. Obstakels die binnen deze zone staan moeten zijn afgeschermd en de berm moet draagkrachtig zijn. In de periode **2016-2020** vonden jaarlijks dertien tot zeventien dodelijke aanrijdingen plaats met een niet-afgeschermd obstakel in de buitenberm. Jaarlijks stonden zeven tot twaalf van deze obstakels binnen de obstakelvrije zone die is voorgeschreven gegeven de geldende snelheidslimiet.

Maar zelfs als de obstakelvrije zone voldoet aan de richtlijnen, zijn dodelijke ongevallen met obstakels niet uit te sluiten (zie *Paragraaf 3.5.1*). 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). Nadere specificaties van de benodigde minimale lengtes zijn opgenomen in het *Compendium beginpunten geleiderailconstructies* (Rijkswaterstaat, 2019).

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, is Rijkswaterstaat in 2020 gestart met een inventarisatie. Mede op basis van die inventarisatie kan 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, mits de gordel wordt gedragen.

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 achttien van de ongevallen op rijkswegen in de periode **2016-2020** 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 (European Commission, 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. Op wegen buiten de bebouwde kom droeg 97% van de automobilisten een gordel, volgens een meting in 2010 (Goudappel Coffeng, 2010) en 96% van de vracht-, bestel- en personenauto-inzittenden op autosnelwegen volgens een meting op middagen in het najaar van 2020 (NDC Nederland & Goudappel Coffeng, 2020). Desondanks was dat in de jaren **2017 t/m 2020** bij een kwart tot een derde van de op rijkswegen overleden inzittenden 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 of een losse clip 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.

De onderzoeken naar dodelijke ongevallen op rijkswegen in 2015-2020 hebben 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, die sinds 2017 inclusief verhoren in het onderzoek is meegenomen, 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 analyserapporten van de verkeersveiligheidsadviseurs levert het beste uitgangspunt om te leren van ongevallen.

Literatuur

Aarts, L., Wijlhuizen, G.J., Gebhard, S., Goldenbeld, Ch., et al. (2021). *De Staat van de Verkeersveiligheid 2021; Doelstellingen voor 2020 definitief niet gehaald – hoe nu verder?* R-2021-21. SWOV, Den Haag.

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

Berg, L. van den (2021). *Middenrijrichtingscheiding op enkelbaans rijkswegen*. Arcadis, Amersfoort.

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.

BOVAG-RAI (2020). *Mobiliteit in cijfers; Auto's 2020-2021*. Stichting BOVAG – RAI Mobiliteit, Amsterdam.

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

CROW (2015). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen 2015*. Publicatie 207. CROW, Ede.

CROW (2019). *Handboek veilige inrichting van berm; Niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom*. Publicatie 202. 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., 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. (2020a). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2018; Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2020-26. SWOV, Den Haag.

Davidse, R.J., Duijvenvoorde, K. van, & Louwerse, W.J.R. (2020b). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2018; Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2020-29. 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.

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.

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

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.

Jansen, R.J., Bos, N.M. & Decae, R. (2021). *Advies verkeersveiligheid van bestelauto's*. R-2021-13. SWOV, Den Haag.

Jong, H. de, Dielen, C., Drolenga, H., Horst, W. van der, et al. (2021). *Veilig over Rijkswegen 2019; Monitoringsrapport verkeersveiligheid van rijkswegen. Deel A: Landelijk beeld*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving, Rijswijk.

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.

NDC Nederland & Goudappel Coffeng (2020). *Apparatuurgebruik, gordeldracht en gebruik kinderzitjes door automobilisten en chauffeurs in auto's, bestelwagens en vrachtwagens*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Water, Verkeer en Leefomgeving, Rijswijk.

Petegem, J.W.H. van, Louwerse, W.J.R. & Commandeur, J.J.F. (2017a). *Veilige berm 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 berm*. 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.

SWOV (2021). *Verkeersdoden in Nederland*. SWOV-Factsheet, april 2021. SWOV, Den Haag.

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

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

Ongevallen voorkomen Letsel beperken Levens redden

SWOV

Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid

Postbus 93113

2509 AC Den Haag

Bezuidenhoutseweg 62

070 – 317 33 33

info@swov.nl

www.swov.nl

 [@swov_nl](#) / [@swov](#)

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