

# Beoordeling validatie prioriteiten risicolocaties bermen

Onderzoeksverantwoording

R-2021-6A

# SWOV



## Auteurs



Ing. G. Schermers



Dr. F. Hermens



Ir. J.W.H. van Petegem

Z.J.A. Hetteema, BSc

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

---

## Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2021-6A
Titel:	Beoordeling validatie prioriteiten risicolocaties bermen
Ondertitel:	Onderzoeksverantwoording
Auteur(s):	Ing. G. Schermers; dr. F. Hermens; ir. J.W.H. van Petegem & Z.J.A. Hettema, BSc
Projectleider:	Ing. G. Schermers
Projectnummer SWOV:	E20.18
Code opdrachtgever:	<b>Bestelnr</b> 4500303764
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving
Projectinhoud:	<p>Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) heeft door de zeven regionale organisatieonderdelen van RWS een inventarisatie laten opstellen van obstakels en risicovolle beginpunten van geleiderails in bermen langs rijkswegen (de 'obstakellijst'). Adviesbureau Arcadis is gevraagd deze inventarisatie te controleren en te valideren. RWS heeft SWOV gevraagd de totstandkoming van de gevalideerde obstakellijst en de systematiek van prioritering (naar risico en urgentie) te beoordelen en eventuele verbetermogelijkheden aan te bevelen. De korte notitie <u><a href="#">Validatie prioriteiten risicolocaties bermen (R-2021-6)</a></u> bevat de belangrijkste resultaten van deze beoordeling. Dit achtergrondrapport geeft de uitgebreide onderzoeksverantwoording.</p>
Aantal pagina's:	77
Fotografen:	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**

Beuzidenhoutseweg 62, 2594 AW Den Haag – Postbus 93113, 2509 AC Den Haag  
070 – 317 33 33 – [info@swov.nl](mailto:info@swov.nl) – [www.swov.nl](http://www.swov.nl)

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

## Samenvatting

Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving (RWS-WVL) is bezig met de aanpak onveilige bermen. Dit betreft obstakels in de bermen en foutieve beginpunten van geleideconstructies. Zeven regionale organisatieonderdelen van RWS zijn hiermee aan de slag gegaan door deze obstakels/beginpunten te inventariseren en prioriteren. Dit heeft een verzamelbestand opgeleverd, de RWS-obstakellijst. Tijdens een voortgangsoverleg zijn er zorgen geuit over de kwaliteit van de inventarisatie en ook over de wijze van prioriteren en verschillen tussen de regio's. Adviesbureau Arcadis heeft, in opdracht van RWS-WVL, de eerste lijst met behulp van het Digitaal Bestand Topografie (DTB), en het VIND (VerkeersveiligheidsINDicator), gecontroleerd op nauwkeurigheid en volledigheid ((dus of alle data per punt zijn ingevuld en of de waarde voor de obstakelafstanden correct zijn). Waar nodig, is het bestand aangevuld. Dit heeft geleid tot een verzamelbestand, de gevalideerde obstakellijst. Er is geen controle uitgevoerd op de compleetheid van de obstakellijst (dus of alle kritische obstakels zijn opgenomen in de lijst). Daarnaast heeft RWS-WVL SWOV gevraagd de totstandkoming van de gevalideerde obstakellijst en de prioriteringssystematiek te beoordelen met als doel de aanpak en prioriteringssystematiek te toetsen en eventuele verbetermogelijkheden aan te bevelen. SWOV is gevraagd een algemene beschouwing te geven van deze controle. Daarnaast wilde RWS-WVL een beoordeling van de relevante eisen gesteld in de richtlijnen voor de veilige inrichting van bermen en geleideconstructies.

Om de aanpak onveilige bermen te kunnen beoordelen, is een toetsing van de 'interbeoordelaarsbetrouwbaarheid' uitgevoerd. SWOV heeft hiervoor 105 locaties geselecteerd (15 locaties per regio) die allemaal apart door elk van de zeven regio's zijn beoordeeld. De uitkomsten van de regionale beoordelingen zijn vergeleken met elkaar. Daarnaast zijn korte interviews gehouden met regionale coördinatoren van RWS-WVL om de werkprocessen te beoordelen. Voor de Arcadis-controle heeft SWOV het resultaat van de validatie beoordeeld en de verschillen in het oorspronkelijke en uiteindelijke bestand beschreven. Ten slotte is er literatuuronderzoek gedaan naar richtlijnen betreffende bermveiligheid om bouwstenen aan te dragen voor een risicogestuurde aanpak onveilige bermen.

In de interviews omschrijven de regio's de aanpak onveilige bermen als een 'lastig traject'. Ook wordt aangegeven dat de verwachting niet was dat er zoveel kritische obstakels zouden zijn. WVL heeft geprobeerd om de regio's zo goed mogelijk te ondersteunen. Er waren driewekelijkse overleggen waarin vragen gesteld konden worden over de inventarisatie en prioritering. De regio's hebben aangegeven dat deze ondersteuning voldoende was. Echter, de opdracht was niet voor iedere regio even duidelijk. Duidelijkere afspraken (op papier) aan de voorkant hadden hierbij kunnen helpen en ook was training mogelijk een oplossing. Achteraf wordt ook gevraagd of het misschien niet verstandiger was geweest op deze taak centraal uit te voeren in plaats van door de regio's.

De resultaten van de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets laten enorme verschillen zien tussen de regio's en ook dit geeft aan dat de kritiek uit de interviews terecht lijkt. De kans is groot dat hierdoor de huidige inventarisatie niet voldoende nauwkeurig is en dat de prioritering niet op de correcte data is gebaseerd. De controle van Arcadis gaf aan dat het oorspronkelijke bestand

niet volledig was ingevuld (niet alle kenmerken zijn bij alle punten ingevuld). De beoordeling (vergelijking VIND en RWS-obstakelijst) gaf aan dat de bestanden dermate verschillend zijn (ingegeven door de verschillende doelen waarvoor de bestanden zijn opgezet) dat vergelijking niet geheel mogelijk is. Wel is er overlap en kunnen de bestanden elkaar op aspecten aanvullen. Ondanks de beperkte overlap tussen de gevalideerde obstakelijst en VIND, is SWOV van mening dat de gevalideerde obstakelijst van RWS ingezet kan worden om het proces van prioritering en een aanpak voor de inrichting van vergevingsgezinde bermen te starten, omdat het een voldoende beeld lijkt te geven van de ernst van de situatie. Hoewel de gevalideerde obstakelijst waarschijnlijk fouten bevat, kunnen deze fouten tijdens en na aanvang van een implementeringsprogramma systematisch worden verbeterd. Echter, RWS zal haar werkprocessen aan moeten scherpen om te zorgen voor een hogere betrouwbaarheid van de data en een betere consistentie en grotere uniformiteit in de prioritering.

De Nederlandse richtlijnen voor berminrichting stellen hoge eisen in Europa maar in de praktijk worden ze slecht opgevolgd (bij nieuw aanleg en ook voldoen veel oudere wegen niet aan de huidige eisen). Een vergevingsgezinde berm kan worden vormgegeven met een obstakelvrije zone of met een flexibele afschermingsconstructie. Tot slot kan het vervangen van oude afschermingsconstructies leiden tot een verbetering van de bermveiligheid.

SWOV is door RWS gevraagd bouwstenen aan te dragen om tot een integrale afweging te komen voor een risicogestuurde aanpak onveilige situaties in de bermen. Hiertoe adviseert SWOV dat RWS-WVL een aangepaste prioriteringssysteem ontwikkelt. Het oorspronkelijke idee van RWS-WVL om maatregel-effectiviteit en kosten mee te nemen in het afwegingskader lijkt SWOV niet zinvol. Wij adviseren over te stappen naar een risicogestuurde aanpak waarbij prioritering aan de hand van het soort obstakel en de ligging van de obstakels worden gewogen en als dichtheden (score/lengte-eenheid) worden uitgedrukt. Per lengte-eenheid kan dan een globale kostenraming worden toegepast. Ook kan worden overwogen om andere factoren die de kans op ongevallen verminderen mee te laten wegen.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1	Achtergrond	9
1.2	Opdracht en verzoek RWS	12
1.3	Leeswijzer	12
<b>2</b>	<b>Onderzoeksaanpak</b>	<b>13</b>
2.1	Beoordeling prioritering (Onderzoeksonderwerpen 1 en 2)	14
2.1.1	Interbeoordelaarbetrouwbaarheidstoets	14
2.1.2	Interviews met de regionale organisatieonderdelen en betrokkenen	14
2.1.3	Vergelijking van het oorspronkelijke regio bestand met de definitieve inventarisatie van Arcadis	14
2.2	Bouwstenen prioritering (Onderwerpen 3 en 4, Bouwstenen voor een risicogestuurde aanpak)	15
2.2.1	Vergelijking internationale richtlijnen	15
2.2.2	Literatuurstudie relatie bermkenmerken en ongevallen	15
2.2.3	Toetsing effectiviteit aanpak onveilige locaties	16
<b>3</b>	<b>Beoordeling proces en prioriteringssysteem</b>	<b>17</b>
3.1	Interviews met de regio's en betrokkenen	17
3.1.1	Samenvattend	20
3.2	Analyse van overeenstemming beoordelaars	20
3.2.1	Randvoorwaarden en uitgangspunten	20
3.2.2	Resultaten interrater-toets (beoordeling prioriteringssysteem)	23
3.2.3	Consistentie	25
3.2.4	Samenvattend	26
3.3	Beoordeling Arcadis-controle en vergelijking tussen VIND en de (gevalideerde) obstakellijst	27
3.3.1	Samenvatting resultaten Arcadis-controle	27
3.3.2	SWOV-beoordeling Arcadis-controle	29
3.4	Conclusies beoordeling proces en prioriteringssysteem	33
<b>4</b>	<b>Beschouwing van mogelijke verbeterpunten</b>	<b>35</b>
4.1	Vergelijking van richtlijnen	35
4.1.1	Basiseisen Nederland	35
4.1.2	Vergelijking met (inter)nationale richtlijnen	37
4.1.3	Gebruikersonderzoek richtlijnen in Europa: PROGRESS	40
4.1.4	Conclusie	41
4.2	Literatuur-update vergevingsgezinde bermen	41
4.2.1	Conclusie	43
4.3	Toetsing effectiviteit aanpak onveilige locaties	44



<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>51</b>
5.1	Beoordeling inventarisatie en prioritering	51
5.2	Bouwstenen voor een integrale afweging	52
5.3	Discussie en aanbevelingen	53
	<b>Literatuur</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Resultaten interviews per regio</b>	<b>58</b>
<b>Bijlage B</b>	<b>Voorbeelden van bermbeoordelingen</b>	<b>60</b>
<b>Bijlage C</b>	<b>Analyse van Arcadis-gegevens</b>	<b>62</b>
<b>Bijlage D</b>	<b>Urgentie per type obstakel en afstand</b>	<b>69</b>
<b>Bijlage E</b>	<b>Literatuurscan resultaten</b>	<b>72</b>

## 1 Inleiding

Het Ministerie van I&W en Rijkswaterstaat (RWS) geven beiden prioriteit aan de veilige inrichting van bermen langs Rijkswegen. RWS Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) heeft daartoe door de zeven regionale organisatieonderdelen van RWS (*Afbeelding 1.1*) een inventarisatie laten opstellen van bermobstakels en risicovolle beginpunten van geleiderails langs Rijkswegen (de 'obstakellijst'). RWS-WVL heeft dit proces begeleid en heeft de regio's bij de uitvoering ondersteund. De Regiegroep Veilige Bermen is in het leven geroepen om het proces te coördineren en te begeleiden. Naast het aanreiken van een format voor de inventarisatie heeft RWS-WVL ook bouwstenen aangedragen voor de prioritering en aanpak van de risicovolle locaties.



Afbeelding 1.1: De zeven regio's van RWS

In juni 2020 is de minister geïnformeerd over de voortgang van de inventarisatie en aanpak van bermobstakels en beginpunten van geleiderails. Door de DG en CFO (van RWS) zijn zorgen geuit over de kwaliteit van de inventarisatie, de wijze van prioriteren en verschillen tussen de regio's. Vervolgens is aan de minister een audit op de data toegezegd.



RWS heeft SWOV gevraagd de totstandkoming van de gevalideerde obstakellijst met bermafwijkingen (eindproductie na validatie door Arcadis) en de prioriteringssystematiek (naar risico en urgentie) te beoordelen en eventuele verbetermogelijkheden aan te bevelen. Parallel aan deze opdracht aan SWOV heeft RWS adviesbureau Arcadis gevraagd om de informatie van de aangeleverde risicovolle situaties van de regionale organisatie onderdelen te controleren door deze te vergelijken met het bestand VIND (Arcadis, 2021)<sup>1</sup> dat momenteel door Arcadis in opdracht van RWS wordt beheerd. Ook is Arcadis gevraagd ontbrekende informatie in de lijsten van de regionale organisatieonderdelen ten aanzien van de maatvoering aan te vullen. Als onderdeel van deze opdracht heeft Arcadis de nauwkeurigheid van de gevalideerde obstakellijst gecontroleerd door een steekproef locaties uit het bestand handmatig te controleren (puntsgewijs en op kenmerk-niveau) aan de hand van Cyclomedia-beelden.

SWOV is gevraagd een algemene beschouwing te geven van deze controle, een soort collegiale toets. Daarnaast wilde RWS een beoordeling van de mate waarin de Nederlandse richtlijnen verschillen van de Europese richtlijnen voor een veilige inrichting van bermen en geleideconstructies. Tot slot heeft RWS SWOV gevraagd de kosten en baten van relevante mitigerende maatregelen inzichtelijk te maken.

In dit rapport bespreekt SWOV het resultaat van de beoordeling en richt zich op de twee primaire resultaten:

1. Een beoordeling van de aanpak en het proces (beoordeling prioritering)  
In dit onderdeel wordt de aanpak beoordeeld die door RWS is gevolgd bij de totstandkoming van de inventarisatie en prioritering. Dit onderdeel richt zich met name op de processen die hebben geleid tot het identificeren van locaties met bermafwijkingen, de totstandkoming van de inventarisatie, de controle van de inventarisatie, de methode van risicoprioritering en of deze over regio's uniform/vergelijkbaar is. Ook een beoordeling van de controles die door Arcadis zijn uitgevoerd hoort hierbij.
2. Een beschouwing van eventuele verbeterpunten voor prioritering (bouwstenen prioritering)  
In dit onderdeel wordt op basis van de literatuur onderzocht of de prioritering aangescherpt of verbeterd kan worden door het inzichtelijk maken van relaties tussen bermmaatregelen en verkeersveiligheidseffecten (m.n. ongevallen). Waar mogelijk worden ook de kosten en de baten nadrukkelijk aan de orde gesteld.

## 1.1 Achtergrond

Naar aanleiding van het SWOV-rapport analyse dodelijke ongevallen rijkswegen 2017 (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2019) is door de DG-RWS op 10 augustus 2019 een opdrachtbrief gestuurd naar alle betrokken organisatieonderdelen met daarin 16 acties gericht op het aanpakken van (potentieel) gevaarlijke bermlocaties. De HID van RWS-WVL kreeg de opdracht de acties te coördineren. Voor het proces is een regiegroep ingesteld waarin de directeurs van de betrokken organisatieonderdelen zijn vertegenwoordigd. De regiegroep had de taak de voortgang te coördineren en zo nodig bij te sturen. Door WVL is gerapporteerd aan de regiegroep over de voortgang. Deze regiegroep is zes keer bij elkaar gekomen en twee keer is schriftelijk over de voortgang gerapporteerd.

Tevens is een projectgroep ingesteld waarin de assetmanagers van de regionale organisatieonderdelen zijn vertegenwoordigd die voor de uitvoering van de acties zorg moesten dragen. Voorzitterschap hiervan lag bij WVL. Taak van de projectgroep is het voorbereiden van een programmatische aanpak voor aanpassingen van gevaarlijke beginpunten en obstakels binnen de obstakelvrijruimte. RWS-Grote Projecten en Onderhoud (GPO) heeft de opdracht om de



- 1 De VIND (VerkeersveiligheidsINDicator) bevat een beoordeling ten aanzien van berminrichting en onveilige beginpunten op hoofdrijbanen van rijkswegen. Anders dan de gevalideerde obstakellijst van RWS, dekt VIND alleen de buitenberm. Dit was een van de redenen waarom RWS deze gerichte inventarisatie heeft laten uitvoeren.

regionale organisatie onderdelen te ondersteunen met kennis. Hiervoor is een compendium voor de vervanging van ondeugdelijke beginpunten ontwikkeld. RWS-Programma's, Projecten en Onderhoud (PPO) is, samen met de regionale organisatie onderdelen, verantwoordelijk voor de daadwerkelijke uitvoering.

Hiermee heeft RWS besloten alle (potentieel) gevaarlijke bermlocaties te inventariseren. Onderdeel van dit proces is een prioritering en het identificeren van mitigerende maatregelen. Hiermee wordt het mogelijk een inschatting te maken van de kosten en baten van het veiliger maken van deze locaties en kan een uitvoeringsprogramma worden samengesteld.

De inventarisatie richtte zich op (niet-afgeschermd) obstakels binnen de obstakelvrije zone en op de uitvoering van geleideconstructies, met name:

#### Obstakels

- > Het soort obstakel
- > De afstand van het obstakel tot de rijbaan (gemeten van het midden kantmarkering)

#### Geleideconstructies

- > Het soort obstakel dat wordt afgeschermd
- > De afstand van het obstakel tot de rijbaan (midden kantstreep)
- > De soort geleiding
- > De afstand tussen de rijbaan en de geleideconstructie en de afstand tussen obstakel en geleideconstructie
- > De afstand tussen het obstakel en het beginpunt van de geleideconstructie.

WVL-RWS heeft een inventarisatie uitgevoerd van alle locaties langs Rijkswegen waar niet wordt voldaan aan de eisen gesteld aan een veilige inrichting van bermen. Middels een opdrachtbrief zijn de regionale organisatieonderdelen van RWS gevraagd de inventarisatie uit te voeren. Daarvoor heeft WVL een gestandaardiseerde werkwijze (die mondeling is toegelicht) toegepast waarbij de regionale organisatieonderdelen de benodigde informatie vast konden leggen in een (Excel) database. Na afloop van de inventarisatie hebben de regionale organisatieonderdelen een eerste prioritering/beoordeling uitgevoerd aan de hand van eerst de Risicomatrix uit het Kader Verkeersveiligheid (*Afbeelding 1.2*) en daarna de voor deze prioritering gemaakte urgentietabel (*Afbeelding 1.3*). Deze prioritering is toegepast op alle beginpunten en obstakels in de berm.

Gevolgen		Potentiële Kans (op Wegvak/Kruispunt)		
Categorie	Afloop	a. Niet vaak	b. Regelmatig	c. Vaak
		Zal minder dan 1 keer per jaar voorkomen	Zal minimaal 1 keer per jaar voorkomen	Zal meerdere keren per jaar voorkomen
<b>1. Matig</b>	Letsel Zwaar UMS			
<b>2. Ernstig</b>	Ernstig Letsel Grootschalige schade			
<b>3. Zeer ernstig</b>	Zeer ernstig letsel Verkeersdode(n)			
Toelichting risico's				
Gemiddeld risico		Situatie met kans op materiële schade en letsel		
Groot risico		Situatie met kans op ernstige verkeersslachtoffers		
Zeer groot risico		Situatie met kans op verkeersdode(n)		

Afbeelding 1.2: Risicomatrix (Rijkswaterstaat-WVL, 2020)

Typering	Urgent		Risicovol		Noodzakelijk			RQI punten
Gewenste actie RWS	Binnen 2 jaar weggenomen		Binnen 4 jaar weggenomen		Wegnemen bij Groot Onderhoud			
Wegcategorie	op autosnelwegen - hoofdbanen - V <sub>2</sub> = 120 km/u - obstakelvrije zone 13m	op autosnelwegen - verbindingswegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m	op autosnelwegen - hoofdbanen - V <sub>2</sub> = 120 km/u - obstakelvrije zone 13m	op autosnelwegen - verbindingswegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m	op autosnelwegen - hoofdbanen - V <sub>2</sub> = 120 km/u - obstakelvrije zone 13m	op autosnelwegen - verbindingswegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m	- op toerit en afrit van autosnelweg - op toerit en afrit van niet autosnelweg	
	op niet autosnelwegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m		op niet autosnelwegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m		op niet autosnelwegen - V <sub>2</sub> = 90 km/u - obstakelvrije zone 10m			
Starre obstakels onafgeschermd (zoals bomen, portalen en masten voor bewegwijzering)	op of binnen 7 meter van de kantstreep	op of binnen 6 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	op of binnen 8 meter van de kantstreep	op of binnen 13 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	binnen obstakelvrije zone	20
Gevaarzone onafgeschermd (diepe watergang, neergaand talud >5m)	op of binnen 7 meter van de kantstreep	op of binnen 6 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	op of binnen 8 meter van de kantstreep	op of binnen 13 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	binnen obstakelvrije zone	20
Oplopend beginpunt met star obstakel of gevaarzone binnen 50 meter	op of binnen 7 meter van de kantstreep	op of binnen 6 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	op of binnen 8 meter van de kantstreep	op of binnen 13 meter van de kantstreep	op of binnen 10 meter van de kantstreep	binnen obstakelvrije zone	20
Oplopend beginpunt met star obstakel of gevaarzone binnen 75 meter			op of binnen 7 meter van de kantstreep		op of binnen 10 meter van de kantstreep		binnen obstakelvrije zone	10
Oplopend beginpunt - overig Valt niet in bovenstaande 2 categorieën			op of binnen 10 meter van de kantstreep		op of binnen 13 meter van de kantstreep		binnen obstakelvrije zone	10
Overige obstakels en gevaarzones die niet vallen in eerste categorieën					binnen obstakelvrije zone	binnen obstakelvrije zone	binnen obstakelvrije zone	10

Afbeelding 1.3: Urgentie tabel (Bron RWS)

Medio december 2020 hadden alle regionale organisatieonderdelen de benodigde informatie aangeleverd, met uitzondering van West Nederland Noord (WNN) en Oost-Nederland (ON). WNN had wel alle obstakels en beginpunten geïnventariseerd en geprioriteerd maar de afstanden waren niet meegeleverd. Deze inventarisatie en de daaropvolgende eerste prioritering liet zien dat er (exclusief ON) ca. 7000 locaties langs Rijkswegen zijn waar de berm niet voldoet aan de eisen gesteld aan de obstakelvrijruimte en/of aan de inrichtingseisen voor beginpunten van geleideconstructies. De prioritering van foutieve beginpunten laat ook zien dat er verschillen zijn tussen de regio's met in Noord-Nederland 41% van alle foutieve beginpunten die zeer hoog risico scoren terwijl dat maar 5% is in regio West-Nederland Zuid. Ook de dichtheid van de totale bermafwijkingen laten flinke verschillen zien tussen de regio's.

Tabel 1.1: Obstakels en foutieve beginpunten langs Rijkswegen (Bron Nota ter informatie, RWS, 2020) LW\* data voor ON nog niet vastgelegd (zoals op december 2020).

Regio	Lengte wegen	Foutieve Beginpunten (totaal)	Prioriteit Beginpunten Aantal (% tov totaal beginpunten)	Locaties obstakels/berm niet conform richtlijn	Totaal bermafwijkingen (aantal/km-weglengte)	Check regio (bijgewerkt)
NN	600,9	1068	439 (41%)	927	1995 (3,3)	Ja (16-4)
ON*	828,9	pm	pm	pm	pm	nog niet
WNN	479,4	693	249 (36%)	93	786 (1,6)	Ja (16-4)
MN	488,4	587	113 (19%)	23	610 (1,3)	Ja (16-4)
WNZ	593,1	754	4 (0,5%)	34	788 (1,3)	Ja (20-4)
ZN	992,1	1358	301 (22%)	556	1914 (1,9)	Ja (16-4)
ZD	249,6	291	50 (17%)	575	866 (3,4)	Ja (17-4)
<b>Totaal</b>	<b>4232,4</b>	<b>4751 (+ ON)</b>	<b>1156(+ ON)</b>	<b>2208(+ ON)</b>	<b>6959(+ ON)</b>	

Deze RWS-inventarisatie was een belangrijke input voor het voortgangsoverleg in juni 2020. Echter uit de data bleek de inventarisatie niet compleet (bijv., Regio-ON ontbrak) of volledig (sommige data betreffende obstakels en beginpunten ontbraken) en ook zijn zorgen geuit over de kwaliteit van de inventarisatie (m.n. het aantal locaties) en de betrouwbaarheid van de prioritering (m.n. de verschillen tussen de regio's).

Naar aanleiding van dit overleg heeft RWS-WVL besloten een controle uit te laten voeren op de obstakellijst. RWS heeft Adviesbureau Arcadis opdracht verleend de controle en validatie uit te voeren. Hiervoor is in eerste instantie een koppeling gemaakt tussen de RWS-obstakellijst en het Digitaal Topografisch Bestand (DTB) en zijn ontbrekende data (m.n. obstakelafstanden) in het RWS-bestand aangevuld. Daarna zijn alle niet met DTB gekoppelde obstakels aangevuld middels data die handmatig zijn verkregen uit Cyclomedia-beelden. Daarna heeft Arcadis een nauwkeurigheidsstoets uitgevoerd op het gevalideerde bestand. Als laatste heeft Arcadis het gevalideerde bestand gekoppeld aan de VIND (VerkeersveiligheidsINDicator) database om te bepalen of dit nader inzicht geeft in compleetheid en nauwkeurigheid. VIND wordt voor RWS beheerd door Arcadis en bevat naast informatie over obstakels en geleideconstructies ook aanvullende informatie die de RWS-inventarisatie completer zou kunnen maken. Sinds medio 2020 is de VIND aangepast en zijn alle objecten gedefinieerd en gecategoriseerd op basis van de kans op letsel na een aanrijding. Hiervoor is een lijst opgesteld met alle mogelijke objecten/obstakels langs de weg. De obstakels worden ingedeeld op basis van een inschatting van het effect van een aanrijding op de mate van voertuigvertraging, dus weinig vertraging heeft een laag risico terwijl een hoge vertraging juist leidt tot een hoog risico. Het resultaat van deze indeling kan worden vergeleken met de prioritering in de RWS-obstakellijst.

Door de koppeling met VIND kunnen de aantallen en locaties van de RWS-inventarisatie theoretisch worden gecontroleerd en, waar nodig, aangepast. Met deze koppeling zou ook aanvullende informatie over bijv. obstakelafstanden, afstanden tussen obstakels en beginpunten van geleiderails, afstand tussen obstakels en geleiderails worden toegevoegd.

## 1.2 Opdracht en verzoek RWS

RWS is zelf verantwoordelijk voor de programmering van de aanpak bermen maar vraagt SWOV voor mogelijke bouwstenen, gebaseerd op (inter)nationale kennis, om te komen tot een (mogelijk meer) effectieve en integrale aanpak van (potentieel) onveilige locaties in bermen. Gegeven deze uitgangspunten, en rekening houdend met de mening van de regiegroep Veilige Bermen (die de aanpak veilige bermen aanstuurt), heeft RWS-WVL de volgende onderwerpen benoemd voor het onderzoek:

1. Validatie van de data gevaarlijke situaties in de bermen. SWOV toetst of nu met de gevolgde werkwijze een volledig beeld (95%) is gecreëerd.
2. Beoordeling van de risico-inschatting door regio's door het houden van (telefonische) interviews
3. Literatuurscan met als doel bouwstenen aan te dragen voor een integrale afweging bij een risicogestuurde aanpak van onveilige situaties in de bermen door RWS
4. Een studie naar mogelijkheden voor een afweging op basis van effectiviteit (kosten en baten)

## 1.3 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk bespreekt de aanpak die door SWOV is gevolgd. In *Hoofdstuk 3* beschrijven wij de resultaten van de procesbeoordeling. Daarnaast beoordelen we de wijze waarop de RWS-inventarisatiebestanden tot stand zijn gekomen en passen wij een interrater-toets toe om te betrouwbare van de werkwijze te controleren. In *Hoofdstuk 4* worden de uitgangspunten in Nederlandse richtlijnen vergeleken met internationale richtlijnen. Ook worden bouwstenen voor de toetsing van de effectiviteit van een aanpak veilige bermen besproken. In *Hoofdstuk 5* worden de conclusies samengevat en worden er aanbevelingen gedaan richting het aanscherpen van de aanpak veilige bermen.

## 2 Onderzoeksaanpak

De onderzoeksonderwerpen in *Hoofdstuk 1* zijn te onderzoeken middels desktop-onderzoek ondersteund door interviews/enquêtes en kwaliteitstoetsen van het door RWS samengestelde bestand. De eerste twee onderwerpen zijn gericht op een beoordeling van de werkwijze en processen die hebben geleid tot de inventarisatie van locaties met afwijkende bermrichting en de prioritering daarvan richting aanpak veilig bermen. Daarbij hoort een controle of de prioritering op een uniforme manier is gedaan en of de uitkomsten logisch en vergelijkbaar zijn.

De laatste twee onderwerpen (zie *Paragraaf 1.2*) zijn gericht op een meer inhoudelijke beoordeling van de elementen die ten grondslag liggen van de prioritering, de uitgangspunten die hebben geleid tot de selectie van afwijkende locaties, de risicomatrix en de urgentietabel en de toepassing daarvan om te komen tot een prioritering. Deze onderwerpen worden besproken aan de hand van (inter)nationale literatuur. Deze moet inzicht geven of de selectieprocedure (de richtlijnen) en de prioriteringsaanpak relevant en compleet genoeg zijn voor een integrale afweging van een risicogestuurde aanpak voor bermveiligheid. Hier gaat het vooral om de afweging tussen verschillende soorten afwijkingen en de risico's die deze met zich meebrengen en welke voor verkeersveiligheid eerder dan wel later dienen te worden aangepakt (bijv. zijn beginpunten meer/minder veilig dan obstakels). Waar mogelijk worden deze afwegingen onderbouwd met effectschattingen (en kosten-baten analyses) uit de literatuur.

Bovenstaande worden in dit rapport samengevat in twee primaire onderdelen:

1. Een beoordeling van de aanpak en het proces (Beoordeling prioritering; Onderwerpen 1 en 2, zie *Paragraaf 1.2*)  
In dit onderdeel wordt de aanpak beoordeeld die door RWS is gevolgd bij de totstandkoming van de inventarisatie en prioritering. Dit richt zich met name op de processen die hebben geleid tot het identificeren van locaties met bermafwijkingen, de totstandkoming van de inventarisatie, de controle van de inventarisatie, de methode van risicoprioritering en of deze over regio's uniform/vergelijkbaar is. Ook een beoordeling van de controles die door Arcadis zijn uitgevoerd hoort hierbij.
2. Een beschouwing van eventuele verbeterpunten voor prioritering (Bouwstenen prioritering; Onderwerpen 3 en 4, zie *Paragraaf 1.2*)  
In dit onderdeel wordt op basis van de literatuur onderzocht of de prioritering aangescherpt of verbeterd kan worden door het inzichtelijk maken van relaties tussen bermmaatregelen en verkeersveiligheidseffecten (m.n. ongevallen). Waar mogelijk worden ook de kosten en de baten nadrukkelijk aan de orde gesteld.

## 2.1 Beoordeling prioritering (Onderzoeksonderwerpen 1 en 2)

De beoordeling bestaat uit drie deelactiviteiten:

1. Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets
2. Interviews met de regio's en betrokkenen
3. Beoordeling van de aanpassingen en controles die zijn uitgevoerd door Arcadis

Met de eerste twee activiteiten toetst SWOV of met de door RWS en Arcadis gevolgde werkwijze een volledig beeld (95%) is gecreëerd en de laatste geeft een beoordeling van de risico-inschatting door regio's door het houden van (telefonische) interviews.

### 2.1.1 Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets

De huidige RWS-systematiek (risicomatrix en urgentietabel) levert een samengesteld resultaat, een laag tot hoog risico met een laag tot hoog urgentie. Echter is niet bekend of dit ook een consistent resultaat over en tussen de verschillende RWS-regio's oplevert en SWOV heeft dit getoetst. Door de regionale beoordelingen te vergelijken op de inschatting van effect op kans en gevolg, zijn verschillen in de interpretaties van precies dezelfde situaties inzichtelijk gemaakt. Ook heeft SWOV beoordeeld of er consistentie was in de beoordelingen binnen iedere regio.

Om inzicht te krijgen in deze verschillen, en desnoods aanpassingen in de prioritering of werkwijze door te voeren, is een 'interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets' (interrater reliability, ook wel interrater-toets genoemd in dit rapport) uitgevoerd. Met deze toets gebruiken meerdere beoordelaars dezelfde aanpak die is gevolgd bij de inventarisatie (inclusief de toepassing van de risicomatrix en urgentietabel) om precies dezelfde situaties te beoordelen. Als dat vergelijkbare (nagenoeg identieke) uitkomsten oplevert, kan aangenomen worden dat de aanpak (het instrument) ervoor zorgt dat persoonlijke kenmerken geen invloed hebben op de uitkomst en is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid hoog.

Voor de interrater-toets is een beknopt onderzoek opgezet waarin zeven beoordelaars dezelfde 105 locaties hebben beoordeeld, waarna de mate van overeenstemming tussen de beoordelaars is bepaald. De beoordelaars waren dezelfde personen die verantwoordelijk waren voor de RWS-inventarisatie en prioritering die in december 2020 is uitgevoerd. Door elke beoordelaar dezelfde 105 locaties te laten beoordelen, heeft SWOV verschillen in interpretaties van precies dezelfde situatie inzichtelijk gemaakt.

### 2.1.2 Interviews met de regionale organisatieonderdelen en betrokkenen

SWOV heeft (korte) interviews gevoerd met de regionale coördinatoren van de zeven regionale organisatieonderdelen verantwoordelijk voor de inventarisatie van locaties met een afwijkende berminrichting. Daarnaast zijn gesprekken gevoerd met medewerkers van RWS-WVL en adviesbureaus betrokken bij dit proces. SWOV heeft ondersteunende documenten en bestanden die hebben geleid tot de totstandkoming van het verzamelbestand (de eerste inventarisatie en prioritering) beoordeeld om inzicht te krijgen in de werkwijze. Hierna is in overleg met RWS-WVL een lijst met vragen opgesteld voor de interviews. De interviews en beoordeling van de werkprocessen geven inzicht in eventuele verschillen tussen de regio's en ook in de meningen van de regio's met betrekking tot het proces rondom de inventarisatie.

### 2.1.3 Vergelijking van het oorspronkelijke regio bestand met de definitieve inventarisatie van Arcadis

In juni 2020 zijn bij de regiegroep twijfels ontstaan bij de kwaliteit van de inventarisatie naar bermobstakels en risicovolle beginpunten. Dit bestand bevat alle door de regio's vastgelegde locaties met obstakels en foutieve beginpunten en vormde de basis voor de prioritering. Echter, de prioritering van de meest risicovolle locaties gaf onverklaarbare verschillen tussen de regio's.



RWS-WVL heeft Arcadis gevraagd de regionale inventarisatie te valideren en, waar nodig, aan te vullen met informatie uit de DTB en andere bronnen.

De Arcadis-controle zal inzicht moeten geven in de verschillen tussen de regio's maar mogelijk ook in de aantallen afwijkende bermlocaties en de mate van overeenstemming tussen de regionale bestanden en de VIND. SWOV heeft het resultaat van de validatie beoordeeld en de verschillen in het oorspronkelijke en uiteindelijke bestand beschreven en waar mogelijk verklaard.

Arcadis heeft de oorspronkelijke inventarisatie van RWS gevalideerd door in eerste instantie een koppeling met het Digitale Topografisch Bestand (DTB) te maken. Obstakels die gekoppeld konden worden, en waar kenmerken (bijv. obstakelafstand) ontbraken, zijn aangevuld. Overige obstakels die niet met DTB gekoppeld konden worden zijn daarna handmatig aangevuld met behulp van beelden uit Cyclomedia (Arcadis, 2021). Arcadis heeft geen locaties toegevoegd maar enkel ontbrekende kenmerken behorend bij obstakels in de lijst aangevuld. Omdat er ook in het proces is geconstateerd dat de classificatie van risico's van obstakels met behulp van de urgentietabel niet goed verliep, zijn de classificaties van risico's van de geïnventariseerde obstakels achteraf door één persoon van RWS-WVL nagelopen en gecorrigeerd. Het eindproduct van deze exercitie was de gevalideerde obstakellijst. Om de betrouwbaarheid van deze lijst te beoordelen heeft Arcadis een extra controle uitgevoerd, namelijk een handmatige beoordeling van 267 willekeurig geselecteerde locaties uit de lijst. Deze controle is ook met behulp van Cyclomedia-beelden uitgevoerd. Na de validatie en controle heeft Arcadis een vergelijking gemaakt tussen de gevalideerde obstakellijst en de VIND (zie ook Arcadis, 2021). SWOV heeft dit proces beoordeeld en waarbij de gevalideerde RWS- obstakellijst het uitgangspunt was. Er is geen herhaling van de (handmatige) controle uitgevoerd maar wel heeft SWOV de overlap tussen het VIND-bestand en de gevalideerde obstakellijst van RWS met een betrouwbaarheidstoets bepaald.

## 2.2 **Bouwstenen prioritering (Onderwerpen 3 en 4, Bouwstenen voor een risicogestuurde aanpak)**

Ten behoeve van bouwstenen waarmee RWS tot een risicogestuurde aanpak onveilige situaties in de bermen kan komen, zijn de volgende deelstudies uitgevoerd:

- een internationale vergelijking van de eisen die in richtlijnen worden gesteld aan berminrichting.
- een literatuurstudie naar de relatie tussen bermkenmerken en ongevallen;
- toetsing effectiviteit aanpak onveilige locaties

### 2.2.1 **Vergelijking internationale richtlijnen**

De richtlijnen inzake bermveiligheid zijn door SWOV op hoofdlijnen tegen het licht gehouden. Daarbij is gekeken naar een update van de kennis zoals beschreven in de onderzoeksrapporten Veilige bermen langs autosnelwegen en berminrichting langs autosnelwegen (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a; 2017b) en zijn de richtlijnen op hoofdlijn vergeleken met internationale standaarden.

### 2.2.2 **Literatuurstudie relatie bermkenmerken en ongevallen**

In aanvulling op het onderzoek van SWOV voor Rijkswaterstaat uit 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a; 2017b) is gekeken naar de resultaten van de serie dieptestudies van doden op rijkswegen door SWOV (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; Davidse, Louwerse & Duijvenvoorde, 2019; 2020a; 2020b) en naar de literatuurstudie van PROGRess (Cardoso et al., 2018). Daarnaast is een aanvullende literatuurscan gemaakt van recent verschenen onderzoek in de TRID database (2015-heden).

### 2.2.3 Toetsing effectiviteit aanpak onveilige locaties

In dit deelonderzoek heeft SWOV, waar mogelijk, de verschillende (mitigerende) maatregelen op een rij gezet die leiden tot een verbetering van de bermveiligheid. Hierbij moet worden gedacht aan hoofdcategorieën als rooien van bomen, draagkrachtig maken van de berm, weghalen van obstakels; RIMOB aanbrengen, beginpunten conform richtlijn uitvoeren (en dus uitbuigen), geleideconstructies aanbrengen enz. Deze resultaten vormen de basis voor de (eventuele) ontwikkeling van een afwegingskader om onveilige bermlocaties aan te pakken. Hiermee zijn zowel de effecten van mitigerende maatregelen (uitgedrukt in aantallen slachtoffers en/of % reducties) als de kosten inzichtelijk gemaakt.

## 3 Beoordeling proces en prioriteringssysteem

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de drie activiteiten die zijn uitgevoerd als onderdeel van de procesbeoordeling. De beoordeling is uitgevoerd in 3 stappen:

1. Interviews met de regio en betrokkenen
2. Interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets
3. Beoordeling Arcadis-controle

Eerst gaan we in op de resultaten van gesprekken met medewerkers van de regionale organisatieonderdelen. Daarna bespreken we de resultaten van de interrater-toets. De procesbeoordeling wordt afgesloten met het resultaat van de inventarisatie en beoordeling van de RWS-obstakellijst, na controle en aanpassing door Arcadis, compleet is en een voldoende volledig beeld geeft van de problemen in de berm langs Rijkswegen.

### 3.1 Interviews met de regio's en betrokkenen

Zoals in de inleiding uiteengezet (zie *Paragraaf 1.1*) heeft WVL, als coördinator verantwoordelijk voor de uitvoering van de aanpak gevaarlijke bermlocaties, een aantal acties ondernomen om de regio's te ondersteunen bij de inventarisatie. Belangrijkste hiervan zijn:

- > Versturen van een opdrachtbrief met daarin een uiteenzetting van de werkzaamheden en verwachtingen
- > Oprichten van de regiegroep waarin de directeuren van de betrokken organisatieonderdelen zitting hadden
- > Oprichten van projectgroep waarin de assetmanagers van de regionale organisatieonderdelen zitting in hadden
- > Opzetten werkproces, mondelingen toelichting inzake de inventarisatie en methode
- > Regulier (3-wekelijks) overleg met regionale uitvoerders (voortgang en inhoudelijk)
- > Kennis en andere ondersteuning vanuit RWS-WVL; -GPO en PPO

Gegeven de korte doorlooptijd heeft RWS-WVL met deze acties de inventarisatie in gang gezet en hebben de regio's in juni/juli 2020 een eerste versie van de inventarisatie opgeleverd. Tijdens de inventarisatie is echter gebleken dat de risicomatrix niet een geschikt instrument was voor de prioritering. Twee problemen lagen hier ten grondslag, de inventarisatie betreft enkel risicovolle locaties die volgens de risicomatrix vrijwel allemaal rood dienen te scoren (vrij hoge kans op aanrijding met ernstig tot zeer ernstige gevolgen). Hierdoor kan met de risicomatrix nauwelijks geprioriteerd worden binnen de groep rode (gevaarlijke) punten; er is namelijk weinig onderscheidend vermogen. Daarnaast speelde dat de inschatting van zowel kans als gevolg vrij subjectief was. Als oplossing voor dit probleem heeft RWS-WVL de urgentietabel ontwikkeld en beschikbaar gesteld aan de regio's.

SWOV heeft in januari 2021 interviews gehouden met alle regionale organisatieonderdelen van RWS om te bepalen hoe het werkproces dat door WVL in gang is gezet werd ervaren. Daarnaast zijn gesprekken gevoerd met WVL en ook een adviesbureau die betrokken is in het proces. *Tabel*

3.1 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten uit de gesprekken met de regio's die van invloed kunnen zijn op de huidige werkwijze en inhoud van de risicomatrix en de urgentietabel (zie *Bijlage A* voor een uitgebreidere uiteenzetting).

Iedere regio kreeg een lijst met beginpunten en obstakels, welke afkomstig was uit bestaande systemen (Weggeg). De opdracht vanuit WVL was om de aangeleverde lijst compleet en juist te maken op basis van gebiedskennis. Hierdoor is het gehele areaal in beeld gebracht voor wat betreft beginpunten en obstakels. De locaties zijn ook nog een keer nagelopen vanuit Cyclomedia StreetSmart.

Tabel 3.1: Samenvatting belangrijkste aspecten uit interviews met de regionale organisatieonderdelen van RWS

Onderwerp	Belangrijkste problemen tijdens de inventarisatie en prioritering	Voorbeelden
Beginpunten	Het was niet voor iedere regio duidelijk of alle beginpunten of alleen 'ondeugdelijke' beginpunten geïnventariseerd moesten worden.	Drie regio's hebben alle beginpunten geïnventariseerd en vier regio's hebben alleen de foutieve beginpunten geïnventariseerd.
Botsvriendelijke objecten	Het was niet voor iedere regio duidelijk of botsvriendelijke objecten wel of niet meegenomen moesten worden in de inventarisatie.	Eén regio heeft botsvriendelijke objecten geïnventariseerd en de rest niet. Niet iedere regio was er zeker van of dit ook de bedoeling was.
Format	Niet iedere regio heeft hetzelfde format gebruikt voor de inventarisatie.	Twee regio's hebben een eigen format gebruikt voor de inventarisatie. De rest heeft wel het WVL-format gebruikt en heeft deze lijst verder aangevuld. Eén regio heeft ook het onderliggend wegennetwerk meegenomen in de inventarisatie.
Risicomatrix	De risicomatrix is niet altijd makkelijk toepasbaar.	Twee regio's geven aan dat de risicomatrix makkelijk toe te passen is. Drie regio's vinden de risicomatrix te subjectief. De overige twee regio's hebben de risicomatrix niet toegepast.
Urgentietabel	De urgentietabel is niet door iedere regio (op dezelfde wijze) toegepast.	Twee regio's hebben de urgentietabel niet (op alle locaties) toegepast. Eén regio is licht afgeweken van de urgentietabel. De overige vier regio's hebben de urgentietabel wel toegepast.
Urgentietabel	In de urgentietabel zitten tegenstrijdigheden en er ontbreken een aantal zaken.	Obstakels (zoals watergangen en steile taluds) net buiten de obstakelvrije zone zouden onder 'noodzakelijk' moeten vallen.  Daarnaast is er geen categorie voor oplopende beginpunten met een star obstakel binnen 75 m op parallelstructuur (V-ontwerp 90 km/uur), zelfs niet bij 'noodzakelijk'.  Een obstakel op 10,5 meter langs een hoofdrijbaan wordt bestempeld als 'noodzakelijk', maar een beginpunt op 9,5 meter met een obstakel verder weg dan 75 meter is nog steeds 'risicovol'.

Een aantal aspecten uit *Tabel 3.1* verdienen nadere toelichting. Belangrijk is dat niet alle regionale organisatieonderdelen de inventarisaties zelf hebben uitgevoerd. In een instantie is aan adviesbureau ingeschakeld. Er lijkt op verschillende manieren te zijn omgegaan met de risicomatrix en de urgentietabel. Waar de inventarisatie is uitbesteed heeft de verantwoordelijke daar niet zelf de risicomatrix of urgentietabel hoeven te gebruiken. Een andere regio gaf aan dat ze de risicomatrix niet makkelijk toepasbaar vonden. Twee regio's hebben de urgentietabel niet toegepast omdat de inventarisatie reeds klaar was toen de urgentietabel door WVL werd aangeleverd. Op een later moment is de urgentietabel 'beperkt' toegepast, maar lang niet op alle locaties. Eén regio heeft, voordat de urgentietabel aangeleverd werd, een andere grenswaarde aangehouden. Dit is later in het proces niet aangepast maar wel hebben ze de gemeten afstand genoteerd zodat, bij een eventuele nadere prioritering, dit makkelijk te corrigeren is. De regio's misten een taakinstructie maar hebben de ondersteuning vanuit WVL wel als voldoende ervaren.

Uit de gesprekken bleek vrij duidelijk dat niet alle regionale organisatie onderdelen precies op dezelfde manier te werk zijn gegaan. Veel regio's hebben ook niet de prioritering uitgevoerd, noch met de urgentietabel, noch met de risicomatrix. De prioritering is later door één medewerker van WVL uitgevoerd waardoor nu alle beginpunten en obstakels in de lijst zijn voorzien van een prioritering.

Naast de hoofdpunten hierboven hebben de regio's ook een aantal negatieve en positieve punten benoemd die van belang zijn bij een evaluatie van het proces dat bij deze inventarisatie is gevolgd. Dit zijn (in willekeurige volgorde en let wel dat ze soms tegenstrijdig kunnen zijn omdat reacties van zeven regio's komen):

#### **Negatieve punten:**

- Het resultaat (ook de toepassing van de tabellen) is subjectief en afhankelijk van de kennis van de medewerker(s) die de beoordeling uitvoeren
- De aanpak was te grootschalig gegeven de beschikbare tijd
- Onduidelijkheid in de definities die gebruikt moesten worden bij de beoordeling en die door RWS zijn aangeleverd om data zoveel mogelijk kwantitatief te beoordelen. (Bijv. zijn lichtmasten /bewegwijzering wel of niet botsvriendelijk en zijn ze onderdeel van de inventarisatie)
- De urgentietabel werd later aangeleverd waardoor er in sommige regio's dubbel werk moesten verrichten (eerst toepassing risicomatrix en daarna de urgentietabel)
- Geen duidelijk beeld over het vervolg (bijv. plan van aanpak; budget etc.)
- De beoordelingsinstrumenten houden geen rekening met rechtstanden en bochten
- Sommige regio's geven aan dat de grote verschillen in de aantallen tussen de regio's wellicht te maken hebben met een niet uniforme aanpak (een landelijk inventarisatie heeft de voorkeur boven een regionale)
- WVL en GPO bepalen uiteindelijk wat urgent is (taakstelling 300 locaties)
- Tijdsdruk heeft een rol gespeeld waardoor de kwaliteit mogelijk niet optimaal is

#### **Positieve punten:**

- Het was prettig om een landelijk team te hebben dat ervoor heeft gezorgd dat de neuzen dezelfde kant op staan. Een aantal regio's geeft aan dat er voldoende tijd was om de opdracht uit te voeren.
- De financiële ruimte was voldoende.

### 3.1.1 Samenvattend

RWS-WVL heeft aangegeven dat zij hebben getracht de regionale organisatieonderdelen zo goed mogelijk te begeleiden en te ondersteunen, zowel vooraf, met een opdrachtbrief, als tijdens de inventarisatie. Tijdens de interviews met de regio's wordt de aanpak onveilige berm niettemin als een 'lastig traject' omschreven. Ook hebben de regio's aangegeven dat men niet zoveel kritische obstakels had verwacht. Uit de interviews blijkt verder dat WVL driewekelijkse overleggen had belegd waarin vragen gesteld konden worden over de inventarisatie en prioritering. Tevens zijn tussentijdse feedbackgesprekken geweest met de regio's. De regio's hebben aangegeven dat deze ondersteuning voldoende was. Toch bleek de opdracht gedurende de inventarisatie niet voor iedere regio even duidelijk. Zo bleken tijdens de interviews de volgende vragen nog te leven: Is het de bedoeling om alle beginpunten te inventariseren of alleen de foutieve? Moeten botsvriendelijke objecten wel of niet meegenomen worden in de inventarisatie? En hoe ga je om met obstakels op het onderliggend netwerk? Verdere aanscherping van de opdracht (op papier) dan wel training van de beoordelaars aan de voorkant had hierbij kunnen helpen.

De regio's hebben op hun beurt aangegeven de obstakels en beginpunten van geleiderails zo goed mogelijk te hebben geïnventariseerd. Voor de prioritering is in eerste instantie de risicomatrix toegepast. Aangezien de inventarisatie was gericht op onveilige obstakels binnen de obstakelvrijruimte (dus volgens de risicomatrix vrijwel allemaal locaties met een groot of hoog risico) was de risicomatrix achteraf gezien niet het geschikte instrument voor prioritering. Met de risicomatrix is het lastig om binnen een risicocategorie (bijvoorbeeld obstakels met hoog risico) te prioriteren. Bovendien liet de risicomatrix volgens de regio's te veel ruimte voor interpretatie. Om deze reden is de urgentietabel in het leven geroepen; deze was duidelijker geschikt voor de prioritering vanwege de categorisering van afstanden en type rijbaan/obstakel. Uit gesprekken met WVL is achteraf echter gebleken dat de regio's of de urgentietabel te laat hebben ontvangen of niet hebben toegepast. Hierdoor is de risicobeoordeling en prioritering uiteindelijk voor alle locaties door één medewerker van RWS-WVL uitgevoerd.

De interviews en gesprekken met vertegenwoordigers van de verschillende regionale organisatieonderdelen en RWS-WVL bevestigen het beeld van inconsistentie dat eerder ook is opgemerkt bij de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidstoets (zie *Paragraaf 3.3*). Uit deze gesprekken is te concluderen dat er onduidelijkheden waren, en sommige regio's kritisch zijn, over de aanpak die is gevolgd bij de totstandkoming van de geprioriteerde lijst van gevaarlijke situaties. Dit geeft aan dat de werkwijze verder had moeten worden aangescherpt, dat wil zeggen minder ruimte had mogen laten voor interpretatie, waardoor meer consistentie en een grotere uniformiteit in de prioritering had kunnen worden bereikt. Training vooraf had misschien ook tot een beter resultaat geleid.

## 3.2 Analyse van overeenstemming beoordelaars

In deze paragraaf bespreken wij de resultaten van de interraterstoets die is uitgevoerd onder de verantwoordelijke medewerkers bij de zeven regionale organisatieonderdelen.

### 3.2.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Zoals aangegeven hebben zeven regio's 105 wegsituaties (15 per regio) beoordeeld op verschillende kenmerken. Voor de analyse van de overeenstemming is het allereerst van belang een onderscheid te maken tussen tekstinvoer en numerieke waarden. De volgende kenmerken zijn gescoord:

#### Obstakels

- > Het soort obstakel (*tekst*)
- > De afstand van het obstakel tot de rijbaan (*numerieke waarde*)



### Geleideconstructies

- Het soort obstakel dat wordt afgeschermd (*tekst*)
- De afstand van het obstakel tot de rijbaan (kantstreep) (*numerieke waarde*)
- De soort geleiding (*tekst*)
- De afstand tussen de rijbaan en de geleideconstructie/afstand tussen obstakel en geleideconstructie (*numerieke waarde*)
- De afstand tussen het obstakel en het beginpunt van de geleideconstructie (*numerieke waarde*)

Naast deze beoordelingen hebben regio's een score voor de urgentie en de prioriteit gegeven (beide scores tussen 1 en 3 waar 1 urgent is en 3 noodzakelijk volgens de urgentietabel – hiervoor is een ordinale schaal aangenomen).

Voor de invoer is gebruik gemaakt van vrije tekstvelden om zo de regio's voldoende vrijheid te bieden bij het formuleren van de antwoorden. Bij het gebruik van vrije tekstvelden moet echter wel rekening worden gehouden met variaties in schrijfwijze (hoofdletters/kleine letters, typfouten). Dit is met name van belang bij beschrijvingen van objecten en minder bij afstanden. In totaal zijn er drie tekstwaarden en vier numerieke waarden.

Snel wordt duidelijk dat er grote verschillen zijn tussen de invoer van de regio's. *Tabel 3.2* geeft vijf voorbeelden, waarbij elke Id een wegsituatie aangeeft, en de zeven kolommen de invoer van de verschillende regio's. Daarbij valt onder meer op dat sommige invoer met een kleine letter begint, en sommige met een hoofdletter. Een regio heeft het woord 'kunstwerk' afgekort tot 'KW'. Soms worden er twee obstakels genoemd. De aanwezigheid van bomen wordt op verschillende wijzen aangegeven (bomen / bomenrij). Als de overeenstemming zou worden bepaald op de exacte invoer van de regio's, dan zal de overeenstemming om deze redenen erg laag zijn. Om deze reden zijn eerst een aantal verwerkingsstappen uitgevoerd, zodat invoer beter met elkaar te vergelijken wordt:

- Alle invoer wordt naar kleine letters omgezet
- De invoer wordt doorzocht op termen om deze zo in bredere categorieën in te delen. Zo worden alle variaties van 'bomen' bijvoorbeeld samengenomen en worden verschillende schrijfwijzen van bijvoorbeeld 'kunstwerk' ook samengenomen.

Deze stappen zijn met behulp van code uitgevoerd, welke in enkele iteraties is aangepast (door te onderzoeken welke invoer naar welke categorieën wordt omgezet), zodat de best mogelijke automatische omzetting is verkregen. Een mogelijk iets betere indeling zou kunnen worden verkregen door met de hand de indeling te doen, maar het is hier vooral zaak een indicatie te krijgen van de overeenstemming tussen beoordelaars.

Tabel 3.2: Voorbeelden van invoer van het soort obstakel(5 wegsituaties)

Id	MN	NN	ON	WNN	WNZ	ZD	ZN
1	steunpunt	pijler viaduct	KW	Pijlers kunstwerk	Pijler viaduct	Viaduct	Pijler
2	portaalpoot	staander portaal	portaal/raster	Portaal	Portaalpoot	NA	Portaal
3	portaalpoot	staander portaal en geluidsscherm	portaal/geluidsscherm	Portaal, geluidsscherm en bewegwijzering	Geluidswal en portaal	Portaal	Portaal
4	portaalpoot	bomenrij	bomenrij	Bomenrij	Bomen	Bomen	Bomen
5	bomen	bomenrij/talud	geen (allen bomen buiten OVZ en talud is 1;2 dus geen obstakel)	Kunstwerk	Bomen	Bomen	Opgaand talud

In de vijf voorbeelden in *Tabel 3.2* hebben alle regio's een obstakel ingevoerd (met één uitzondering). Voor andere wegsituaties waren er geen obstakels te zien en kan invoer ontbreken. Bij de bepaling van de overeenstemming is daarom onderscheid gemaakt in wegsituaties waar waarschijnlijk geen obstakel aanwezig was (geen tot weinig van de regio's hebben dan iets ingevuld) en situaties waar waarschijnlijk wel een obstakel aanwezig was (de meeste regio's hebben dan iets ingevuld). Voor deze laatste categorie hebben we als grens aangehouden dat tenminste 70% van de regio's iets had ingevuld (ook bij de andere invoerwaarden).

Zoals genoemd benoemen regio's soms meerdere objecten (zoals bomenrij/talud), zie ook *Paragraaf 3.2.2* hieronder. Voor de analyses van de overeenstemming zal hierbij een keuze worden moeten worden gemaakt hoe hier mee om te gaan. Dit is niet alleen van belang bij het beoordelen van de overeenstemming in het genoemde object, maar ook bij het beoordelen van de overeenstemming van de genoemde afstanden (de afstand tot de bomen kan anders zijn dan die tot het talud). Het gaat voor de huidige analyse te ver om genoemde objecten aan afstanden te koppelen en ook moet een keuze worden gemaakt welk obstakel mee te nemen als er meerdere objecten worden genoemd. Gekozen is om een aantal beslisregels in volgorde toe te passen bij omzetting van antwoorden naar categorieën objecten. Dit betekent dat als bijvoorbeeld 'kunstwerk/pijlers' omgezet wordt, dat de eerste regel bepalend is (als bijvoorbeeld de regel voor 'kunstwerk' voor de regel voor 'pijlers' wordt aangeropen, dan wordt de categorie 'kunstwerk' toegepast). Om deze reden moet er rekening mee worden gehouden dat de overeenstemming bepaald op de categorieën een overschatting zal zijn van de werkelijke overeenstemming. Die voor de afstanden kan een onderschatting zijn, omdat er mogelijk meer overeenstemming is als naar specifieke obstakels wordt gekeken.

Een maat die gebruikt kan worden voor de mate van overeenstemming tussen verschillende beoordelaars is Krippendorff's alfa. Deze maat heeft enkele voordelen:

- > De maat kan worden toegepast om invoer van meer dan twee beoordelaars met elkaar te vergelijken
- > De maat kan ook worden toegepast als er sporadisch waarden niet ingevuld zijn
- > De maat kan toegepast worden op numerieke waarden (zoals afstanden), maar ook op categorieën (zoals namen van obstakels)

Er bestaat geen toets die aangeeft of een bepaalde waarde van Krippendorff's alfa statistisch significant is of niet. Wel zijn er richtlijnen die aangeven vanaf welk waarde van alfa sprake is van een hoge overeenstemming. Waarden van boven de 0,80 geven een hoge mate van consistentie aan, met een ondergrens van 0,67 voor een redelijke mate van consistentie.

### 3.2.2 Resultaten interrater-toets (beoordeling prioriteringssystematiek)

Tabel 3.3 geeft een overzicht voor de aantallen keren dat elke regio een bepaalde waarde heeft ingevuld voor obstakels. Het wordt nogmaals benadrukt dat alle regio's precies dezelfde 105 situaties aangeboden kregen en allemaal de instructie hadden om te inventariseren en prioriteren zoals ze bij de landelijke inventarisatie hadden gedaan. Uitgaand van een uniforme aanpak is de hypothese dat er grote overeenstemming is tussen de regio's. Echter, uit Tabel 3.3 valt meteen op dat dit zeker niet het geval is en dat er grote verschillen zijn tussen de regio's. Meteen valt op dat vaak geen waarde is ingevuld ('geen waarde'), 418 (57%) van alle observaties, wat te maken kan hebben met dat er in de beoordeelde situatie geen obstakel aanwezig was. De verschillen tussen de regio's zijn ook groot (van 32 tot 71) WNN voert relatief vaak 'onbekend' in. Het aantal keren dat bomen genoemd worden, varieert tussen de 3 en 10 keer (merk op dat iedere regio dezelfde scenario's benoemt). Regio's lijken daarmee niet consistent in (1) of ze wel of niet een obstakel benoemen, en (2) als ze een obstakel invullen, wat ze invullen als obstakel.

Tabel 3.3:Aantallen van elke categorie obstakel ingevuld door de verschillende regio's

Categorie obstakel	MN	NN	ON	WNN	WNZ	ZD	ZN
anders	3	0	5	1	0	1	1
Bochtgeleiding	0	0	0	0	0	2	0
bomen	3	10	4	10	7	6	3
drip	0	1	0	1	0	3	1
fietspad/ parallelweg/weg	4	1	0	2	1	3	1
geen waarde/geen obstakel	69	61	65	49	71	32	71
Geluidsscherm	2	3	4	7	4	5	3
hekwerk	0	0	1	0	0	0	0
kunstwerk	1	0	0	3	1	5	0
obstakel	6	0	0	0	0	0	0
onbekend	1	0	0	11	0	1	0
pijler/mast	1	2	3	1	0	0	2
portaal	8	7	6	8	7	14	7
Rijbaanscheiding	0	0	0	0	0	2	0
talud	2	4	3	3	3	18	4
viaduct/tunnel	0	2	0	0	1	7	0
watergang/sloot/greppel	5	14	14	9	10	6	12

Tabel 3.4 laat zien dat ook de frequentie waarin bepaalde velden door regio's zijn ingevuld verschilt. Zo vulde NN nooit de afstand van het obstakel tot de kantstreep in, maar wel in 60% van de observaties de afstand tussen de kantstreep en de geleiderail. ZD vulde de afstand tussen de kantstreep en de geleiderail maar in 1% van de gevallen in, maar vulde de prioritering in 58% van de gevallen in.

Tabel 3.4: Percentage waardes dat is ingevuld door de regio's en de verschillende oordelen. Regio's werden gevraagd om per wegsituatie een aantal zaken te beoordelen: Deze worden in de eerste kolom genoemd. De percentages geven aan hoe vaak bij elk oordeel elke regio (afkortingen in de kolommen) een antwoord gaf.

Aandeel kenmerken ingevuld door regio's (aantal uit 105 en uitdrukt als %)							
Kenmerk	MN	NN	ON	WNN	WNZ	ZD	ZN
Afstand (eerste) obstakel & beginpunt	56	60	50	55	52	6	63
Afstand tussen kantstreep en geleiderail	61	60	54	55	59	1	63
Afstand van het obstakel tot kantstreep	61	0	54	55	31	1	63
Afstand van obstakel tot kantstreep	31	43	37	43	32	10	32
Prioritering	90	62	0	85	92	58	62
Soort geleiding	60	0	54	55	59	40	64
Soort obstakel dat wordt afgeschermd	61	60	54	69	60	2	64
Soort obstakel	34	42	38	53	32	70	32
Urgentietypering	87	44	88	87	90	57	30

Ook de gemiddelde ingevoerde afstanden variëren sterk tussen de regio's (Tabel 3.5). Echter van belang is dat dit resultaat niets zegt over verschillen in objectafstanden tussen de regio's, immers niet alle regio's gaan uit van dezelfde obstakels. Dit resultaat geeft inzicht in de gemiddelde obstakelafstanden op RWS zoals beoordeeld op 105 punten beoordeeld door de regio's. ZD vult wel af en toe een waarde in voor de afstand tussen de kantstreep en de geleiderail, maar vult vervolgens een waarde gelijk aan nul in. Iets vergelijkbaars gebeurt voor de afstand van het obstakel tot de kantstreep. Gemiddelde waarden, wanneer ingevuld en niet gelijk aan nul komen redelijk overeen tussen regio's. Merk op dat voor het berekenen wel enkele zeer grote waarden (>25 m bij afstanden die niet tot het beginpunt zijn gemeten) zijn verwijderd vanwege hun grote invloed op het gemiddelde.

Tabel 3.5: Gemiddelde afstanden ingevuld door de regio's

Afstand (m)	MN	NN	ON	WNN	WNZ	ZD	ZN
Afstand (eerste) obstakel & beginpunt	58,7	55,4	47,7	48,1	68,7	42,3	46,1
Afstand tussen kantstreep en geleiderail	3,4	4,4	3,9	3,3	4,4	0,0	3,3
Afstand van het object tot kantstreep	6,2	0,0	5,7	5,7	7,2	0,0	5,7
Afstand van obstakel tot kantstreep	7,1	9,1	8,8	8,6	9,8	9,5	9,3

Tabel 3.6 laat zien dat de regio's nauwelijks dezelfde uitgangspositie waarnemen. In slechts vijf gevallen (uit 105 punten) beoordelen alle regio's een consistent beeld wat betreft afstand tussen obstakels en geleiderail en slechts zes gevallen bij obstakelafstand (zie ook Bijlage B). Dit geeft ook al aan dat niet consistent wordt beoordeeld welk obstakel leidend is en ook niet hoe gemeten wordt als er beginpunten staan.

Tabel 3.6: Punten waarop nagenoeg gelijke afstanden zijn genoteerd

Kenmerk	MN	NN	ON	WNN	WNZ	ZD	ZN
Afstand (eerste) obstakel & beginpunt	57,6 (N=5)	59,4 (N=5)	57,2 (N=5)	59,6 (N=5)	58,1 (N=5)	50,8 (N=5)	61,8 (N=5)
Afstand van obstakel tot kantstreep	10,9 (N=6)	10,0 (N=6)	11,7 (N=6)	10,1 (N=6)	11,7 (N=6)	8,6 (N=6)	9,8 (N=6)

### 3.2.3 Consistentie

Bovenstaande overzichten geven reeds een indicatie dat regio's niet geheel consistent in hun antwoorden zijn geweest. De overzichten geven echter niet weer of de regio's voor dezelfde wegsituaties dezelfde antwoorden hebben gegeven. Een maat die deze overstemming op het niveau van de wegsituatie samenvat is Krippendorff's alfa. We berekenen Krippendorff's alfa voor de consistentie in het wel of niet invullen van een waarde, en voor de consistentie in de gegeven antwoorden.

Tabel 3.7 toont de waarde van Krippendorff's alfa voor het wel of niet invullen van een kenmerk en voor de consistentie van de waarden als tenminste 70% van de regio's een antwoord geven (deze 70% is een afweging tussen voldoende wegsituaties mee te nemen, maar niet te veel ontbrekende waarden te behouden). Een onverwacht lage waarde wordt gevonden voor de consistentie van soort geleiding, waar de meeste regio's 'geleiderail' hebben ingevuld (als ze een waarde in hebben gevuld). Documentatie van het pakket voor Krippendorff's alfa geeft aan dat dergelijke lage waarden terwijl bijna iedereen hetzelfde antwoord invult worden veroorzaakt doordat Krippendorff's alfa ook rekening houdt met het aantal verschillende antwoorden dat wordt gebruikt, om zo te corrigeren voor de rol van toeval. De lage negatieve waarde voor de soort geleiding wordt veroorzaakt doordat type afscherming vrijwel altijd wordt genoemd: De geleiderail. Krippendorff's alfa houdt rekening met het aantal verschillende antwoorden dat wordt gebruikt, en geeft daarom een lage waarde terwijl er grote mate van consistentie bestaat. Zoals reeds genoemd geven waarden boven de 0,80 een hoge mate van consistentie aan, met een ondergrens van 0,67 voor een redelijke mate van consistentie. Voor geen van de oordelen wordt deze waarde bereikt, noch voor het wel of niet invullen van een waarde, noch voor de wel ingevulde waarden (merk op dat niet alle regio's voor elke meegenomen wegsituatie een waarde hebben ingevuld - we hebben het criterium van 70% ingevuld toegepast. Krippendorff's alfa kan met enige mate van niet ingevulde waarden rekening houden). Merk op dat de laatste waarden voor tekstinput tevens een verwachte overschatting van de consistentie geven. Naaste correcties voor spel- en typfouten zijn bijvoorbeeld ook waarden als 'fietspad', 'parallelweg' en 'weg' samengevoegd tot een categorie, en men zou de vraag kunnen stellen of hiermee wel hetzelfde obstakel bedoeld wordt door de verschillende regio's. Dergelijke inconsistenties zouden kunnen worden beperkt door gebruik te maken van een keuze uit een lijstje van objecten bij de beoordelingen - het nadeel daarvan is echter weer dat regio's daardoor naar bepaalde antwoorden gestuurd kunnen worden. Samenvatting zal echter de conclusie moeten zijn dat regio's onvoldoende consistent zijn in of ze wel of niet een waarde invullen en als ze een waarde invullen, in wat voor waarde ze invullen.

Tabel 3.7: Waarden voor Krippendorff's alfa voor het wel of niet invullen van een waarde of de consistentie van de waarden als tenminste 70% van de beoordelaars een waarde hebben ingevuld (aantallen in laatste kolom). De 70% grenswaarde was gekozen als een balans tussen voldoende wegsituaties overhouden voor een beoordeling van de consistentie en het voorkomen van te veel ontbrekende waarden bij het berekenen van Krippendorff's alfa.

Beoordelingen	alfa_na	alfa_cons	n_cons
Obstakel type	0,37	0,55	35
Obstakel afstand	0,53	0,54	30
Afgeschermd object	0,48	0,42	59
Afstand van het obstakel tot de rijbaan	0,26	0,45	27
Soort geleiding	0,39	-0,03	53
Afstand tussen de rijbaan en de geleideconstructie	0,50	0,55	76
Afstand tussen het obstakel en het beginpunt van de geleideconstructie	0,50	0,24	40
Urgentie	0,02	0,18	77
Prioritering	0,09	0,02	58

### 3.2.4 Samenvattend

De resultaten van de interrater-toets zijn vrij duidelijk. De verschillen tussen regio's zijn te groot om te kunnen praten van een uniforme en betrouwbare werkwijze. De kans is hierdoor ook zeer groot dat de huidige inventarisatie niet voldoende nauwkeurig is en dat de prioritering van gevaarlijke obstakels en beginpunten niet op de correcte data zijn gebaseerd.

De beoordelingen van de zeven regio's van dezelfde 105 scenario's laten duidelijke verschillen zien tussen de 'beoordelaars' (de regio's). De verkennende analyses en samenvattende statistieken voor de mate van overeenstemming (Krippendorff's alfa) laten zien dat er weinig overeenstemming is tussen; (1) of regio's die een obstakel hebben benoemd, (2) hoe het obstakel is benoemd, (3) op welke afstand het van de rijbaan staat, en (4) de prioritering. Aangezien alle beoordelaars steeds precies dezelfde situaties hebben beoordeeld, betekent dit dat de beoordelaars de locaties waarschijnlijk niet op een uniforme manier beoordelen. Zo komen twee verschillende regio's tot relatief grote verschillen tussen het aantal locaties waar geen obstakel is genoteerd. In sommige regio's ligt het aandeel locaties zonder obstakel rond de 70% en in andere zo laag als 30%. De oorzaak hiervan kan te maken hebben met de wijze van instructies en de beoordelingsystematiek (zie Interviews). Dit resultaat geeft aan dat er grote verschillen tussen de regio's zijn. Onze evaluatie van de beoordeling van de 105 wegsituaties geeft aan dat de kans groot is dat hetzelfde zich heeft voorgedaan bij de inventarisatie die in 2020 door dezelfde beoordelaars is uitgevoerd. De implicatie hiervan voor de totale dataset is dat het onzeker is in welke mate obstakels gemist zijn en of de geïnventariseerde obstakels de obstakels betreffen die maatgevend zijn voor de onveiligheid op de locaties. Gelet op de waargenomen verschillen tussen de beoordelaars van de verschillende regio's betekent dit ook dat vragen gesteld kunnen worden over de vergelijkbaarheid van de data tussen de regio's.



## 3.3 Beoordeling Arcadis-controle en vergelijking tussen VIND en de (gevalideerde) obstakellijst

### 3.3.1 Samenvatting resultaten Arcadis-controle

Arcadis heeft met behulp van de VIND een uitgebreide controle uitgevoerd op de obstakellijst dat door de regionale organisatieonderdelen van RWS is samengesteld. Dit is vastgelegd in een memo aan RWS en het resultaat wordt hier samengevat. Doel van de controle was om na te gaan of de aantallen (obstakels en beginpunten) compleet zijn, of de obstakels correct zijn geïdentificeerd, of de vastgelegde obstakelafstanden correct zijn, en of de beginpunten en afstanden tussen het beginpunt en de obstakels correct zijn vastgelegd in de (gevalideerde) obstakellijst. Ook is de informatie van de regio's en van VIND met de hand nagekeken voor een klein deel van de wegsituaties.

Arcadis heeft de RWS-obstakellijst (Excel bestand met naam 'Obstakels in de Bermen 2020') globaal beoordeeld (Arcadis, 2021). In opdracht van RWS-WVL heeft Arcadis het bestand verder aangevuld door de obstakelafstand (waar die ontbrak) toe te voegen door een koppeling met de DTB en handmatige aanvulling aan de hand van Cyclomedia-beelden. Ook is de afstand tot obstakel (lengterichting) bij locaties met onveilige beginpunten toegevoegd. Arcadis heeft ook steekproefsgewijs een aantal locaties getoetst voor nauwkeurigheid. Daarna is er een vergelijking gemaakt met de Verkeersveiligheidsindicator (VIND), vooral om te bepalen welke verschillen tussen de twee bestanden naar voren komen.

Bij de koppeling van de obstakellijst aan de DTB konden ongeveer de helft van de obstakels worden gekoppeld en de afstanden tussen obstakel en de kantstreep worden bepaald. Voor de overige obstakels zijn ontbrekende afstanden aangevuld met behulp van Cyclomedia-beelden en vastgelegd in het bestand. Naast obstakels heeft Arcadis ook beginpuntendata aangevuld. Van de 4.777 onveilige beginpunten van geleiderails in het bestand waren bij 2.140 beginpunten de afstand tussen beginpunt en obstakel niet ingevuld en heeft Arcadis deze aangevuld. Omdat de prioritering niet overall door alle regio's is ingevuld, is deze later door een medewerker van RWS-WVL toegevoegd voor alle obstakels en beginpunten. Het resultaat van de controle was de gevalideerde RWS-obstakellijst.

De RWS-obstakellijst bevat 7.281 onveilige beginpunten en overige obstakels. Hiervan liggen 348 binnen 1 meter van de kantstreep en 1.404 liggen tussen de 4 en 5 meter van de kantstreep/blokmarkering. De lijst bevat 4777 (ca. 66%) beginpunten en verreweg de meeste hiervan (4.163) liggen binnen 75m van een obstakel. Echter bij 1.774 beginpunten is onbekend wat het obstakel is en waar dat wel bekend is, zijn het vaak insteek sloten of taluds. Ook bomen, portalen, landhoofden, muren en pijlers worden vaak genoemd. Om de betrouwbaarheid van de RWS-obstakellijst te controleren heeft Arcadis een steekproef van willekeurige locaties geselecteerd (267 locaties oftewel een steekproef van 3,66%) en met beelden van Cyclomedia de actuele wegsituatie vergeleken met de obstakellijst. Ze concluderen uit de controle dat de RWS-obstakellijst in 244 gevallen (91,4%) overeenkomt met de controle en slechts bij 23 locaties afwijkt. De afwijking betreft vooral verkeerde obstakelafstanden, obstakels die onterecht zijn vastgelegd (geen obstakel), het obstakel is sinds kort verwijderd/afgeschermd plus nog een aantal andere factoren.

Naast deze controle heeft Arcadis de obstakellijst ook vergeleken met de VIND. Arcadis benadrukt de grote verschillen in de uitgangspunten van de twee bestanden. Met name VIND bevat slechts obstakels op hoofdrijbaan en in de buitenberm, de obstakellijst bevat obstakels op hoofdrijbaan, parallelrijbanen, verbindingswegen en toe- en afritten en in de binnen en buitenberm; VIND bevat alle obstakels in de buitenberm of hoofdrijbanen en de verkeersonveiligheid wordt ingeschat met behulp van een algoritme terwijl het RWS-bestand een gerichte inventarisatie van (onveilig beoordeelde) obstakels bevat die handmatig zijn geselecteerd als de meest kritische

obstakels. Daarnaast is een groot verschil dat VIND aggregaties van obstakels per 100m bevat terwijl de obstakellijst losse obstakels bevat. Hierdoor kunnen vaak verkeerde objecten worden vergeleken. Er worden ook nog aanvullende verschillen genoemd.

Rekening houdend met deze kanttekeningen is een automatische koppeling tot stand gebracht en hieruit bleek dat de VIND 4.787 locaties in de buitenberm van hoofdrijbanen bevat die te vergelijken zijn met de RWS-obstakellijst. Hiervan waren 3.138 beginpunten en 1.649 overige obstakels. *Afbeelding 3.1* laat het resultaat van de vergelijking zien en hieruit valt op dat de (gevalideerde) obstakellijst veel beginpunten bevat (1.758) die niet in de VIND gekoppeld kunnen worden. Andere opvallende verschillen zijn obstakels die volgens VIND geen obstakels zijn (359) of beginpunten die veilig zijn uitgevoerd (169).

Obstakellijst	VIND 2020	Aantal
Beginpunt geleiderail	Beginpunt onvoldoende	1.211
Beginpunt geleiderail	Beginpunt voldoende	169
Beginpunt geleiderail	Beginpunt niet gevonden	1.758
Overig obstakels	Score berminrichting rood	882
Overig obstakels	Score berminrichting oranje	327
Overig obstakels	Score berminrichting groen	359
Overig obstakels	Score berminrichting Blauw	7
Overig obstakels	Obstakel niet gevonden	74
<b>Totaal</b>		<b>4.787</b>

*Afbeelding 3.1: Arcadis-vergelijking RWS-obstakellijst en VIND (Bron (Arcadis, 2021))*

Arcadis vindt grote verschillen tussen VIND en de gevalideerde obstakellijst van RWS. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de VIND alle bermen die niet voldoen aan de richtlijnen als onvoldoende worden beoordeeld terwijl regio's nog tussen de obstakels in de obstakelvrije zone moesten prioriteren (vanwege grote aantallen moest een maatgevend obstakel worden geselecteerd). Ook geeft Arcadis aan dat niet alle obstakels correct door VIND worden beoordeeld en ook de VIND steekproefsgewijs gecontroleerd zou moeten worden. Naar aanleiding van de controle concludeert Arcadis dat de VIND en de RWS-obstakellijst (Excel verzamelbestand met naam *Obstakels in de Bermen 2020*) als twee aparte bestanden moeten worden beschouwd. De twee bestanden zijn voor fundamenteel verschillende doelen tot stand gekomen en dus ook moeilijk vergelijkbaar maar kunnen wel gebruikt worden om elkaar aan te vullen.

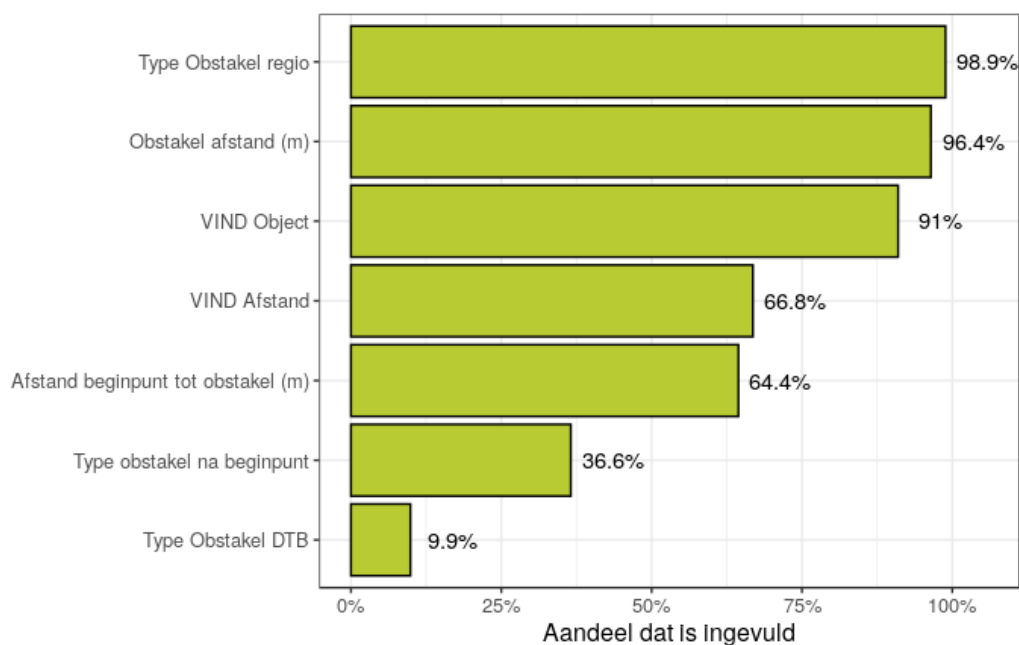
Tot slot heeft Arcadis een visuele controle uitgevoerd van een willekeurige steekproef van 267 locaties. Van 91% van de objecten die RWS op die locaties had geïnventariseerd, kon Arcadis bevestigen dat ze inderdaad op de locaties aanwezig waren. Arcadis stelt hiermee dat de betrouwbaarheid van de RWS-obstakellijst goed te noemen is, maar de betrouwbaarheid kan worden verbeterd door nader onderzoek te doen naar de verschillen, met name locaties die in VIND als voldoende scoren of zijn beoordeeld maar in het RWS-bestand als onveilig (het gaat om de eerdergenoemde 359 locaties met groen scorende obstakels en 169 locaties met voldoende scorende beginpunten). Arcadis laat de 1.758 beginpunten die in de RWS-obstakellijst zijn opgenomen maar niet in de VIND buiten beschouwing. Wellicht heeft dit te maken met beginpunten in de middenberm maar het is zeker denkbaar dat het RWS-bestand in deze gevallen een verrijking voor de VIND is.

### 3.3.2 SWOV-beoordeling Arcadis-controle

RWS-WVL wil uiteindelijk weten of met de gevolgde werkwijze een volledig beeld (95%) van alle gevaarlijke situaties in bermen langs Rijkswegen is gecreëerd. Om dit goed te kunnen beantwoorden is ook de door Arcadis toegepaste controle door SWOV beoordeeld.

Arcadis (en daarna ook RWS-WVL) heeft n.a.v. de controles correcties uitgevoerd op de huidige RWS-obstakellijst en dit aangepaste verzamelbestand (Gevalideerde lijst Obstakels in de Bermen met urgentie 18-02-2021) is door SWOV gebruikt bij het beoordelen van de controle. We hebben een aantal analyses uitgevoerd op deze gegevens om zo een beter beeld te schetsen van de aard van de gegevens (zie ook *Bijlage B*), voordat de overeenstemming tussen de gegevens van de gevalideerde RWS-obstakellijst en VIND werd bepaald met behulp van Krippendorff's alfa.

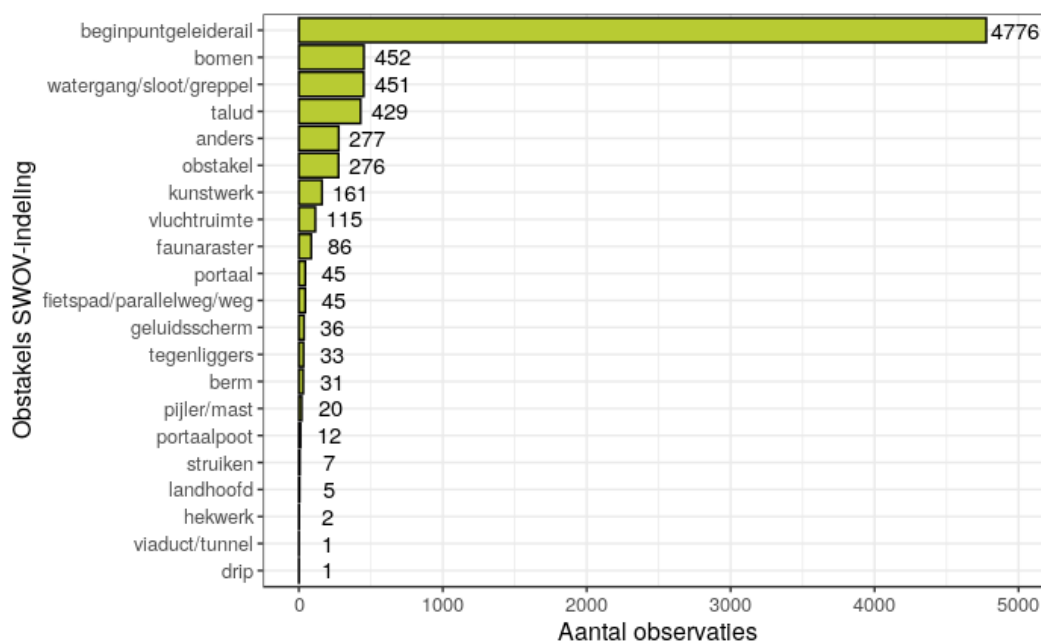
Een eerste analyse richt zich op de volledigheid van de antwoorden van de regio's en de informatie uit VIND. Dit is een vergelijking van de overeenkomsten in de drie bestanden. *Afbeelding 3.2* laat zien dat het type obstakel bijna altijd door de regio is ingevoerd. Het DTB geeft voor slechts circa 10% informatie over het object. Gegevens in VIND ontbreken vaker dan in de gevalideerde obstakellijst. Informatie in het DTB ontbreekt het vaakst. Merk op dat de kolom voor het type obstakel na een beginpunt niet altijd volledig is. Dit is echter te verwachten: Regio's werden gevraagd hier alleen een obstakel te noemen bij aanwezigheid van een geleiderail (het obstakel achter de geleiderail).



*Afbeelding 3.2: Percentage van de waarden dat is ingevuld voor de verschillende maten en bronnen.*

In navolging van de beschreven analyse door Arcadis, zijn de door de regio ingevoerde obstakel-types allereerst aangevuld met waarden uit een aanvullend bestand (de DTB) bij afwezigheid van invoer van de regio's. Om de obstakels in VIND te vergelijken met die van de regio's zijn eerst de obstakels ingedeeld in categorieën. De frequenties van deze categorieën voor de door de regio's ingevoerde obstakels is weergegeven in *Afbeelding 3.3* (voor de frequenties van dezelfde categorieën voor VIND, zie *Bijlage C*). Hierin valt waar te nemen dat er vaak sprake is van het begin van de geleiderail. Wanneer er sprake is van een geleiderail, dan is ook vaak een obstakel achter de geleiderail gecodeerd. De VIND-waarden lijken deze objecten achter de geleiderail niet te coderen en alleen de beginpunten van de geleiderail te noemen. Wanneer vergelijkingen gemaakt worden tussen de regio's en VIND, zal er rekening gehouden moeten worden met de codering van de geleiderail: omdat deze vaak voorkomt, zal hierdoor sneller een hogere waarde van de consistentie van de beoordelingen worden gevonden. We zullen daarom hier zowel de

consistentie met en zonder geleiderail rapporteren. Zoals genoemd, maken we ook hier gebruik van Krippendorff's alfa. We berekenen deze echter niet voor alle regio's tegelijk, maar voor elke combinatie van een regio en VIND, zodat een directe vergelijking tussen regio en VIND wordt verkregen, in plaats van een gemengde vergelijking tussen de regio's onderling en VIND.



Afbeelding 3.3 : Frequenties van categorieën van genoemde obstakels, waarbij een meer gedetailleerde indeling is gehanteerd dan door Arcadis.

We beschouwen eerst de waarden voor de overeenstemming voor de in categorieën ingedeelde obstakels (Tabel 3.8 en Tabel 3.9). Merk hierbij op dat door het gebruik van categorieën Krippendorff's alfa waarschijnlijk een overschatting van de overeenstemming zal geven (varianten van vergelijkbare obstakels, zoals paal en mast worden tot eenzelfde waarde omgezet, waardoor er meer overeenstemming ontstaat). Wanneer het beginpunt van de geleiderail wordt opgenomen in de lijst, dan loopt Krippendorff's alfa uiteen van 0,01 tot 0,68. Alleen de laatste waarde geeft een redelijke mate van overeenstemming aan (groter dan de onderste grenswaarde van 0,67). Wanneer het beginpunt van de geleiderail wordt weggelaten, dan daalt de waarde voor Krippendorff's alfa tot niveaus ver onder die nodig zijn voor consistentie. Omdat geen van de twee bronnen (VIND of de regio's) de werkelijke situatie met 100% nauwkeurigheid aangeeft, kunnen we alleen concluderen dat er onvoldoende overeenstemming tussen de twee bronnen is, maar kunnen we niet aangeven of een van de twee bronnen geen goede weergave van de werkelijkheid geeft (aangezien we de werkelijkheid niet uit de gegevens kunnen afleiden).

Tabel 3.8: Krippendorff's alfa voor matches met VIND-categorie, inclusief begin geleiderail, tezamen met het aantal wegsituaties dat gebruikt is voor het bepalen van Krippendorff's alfa. Merk op dat regio ON niet in deze tabel is opgenomen: De (gevalideerde) obstakellijst bevatte geen waarden voor deze regio.

Regio	Krippendorff's alfa	Aantal wegsituaties
WNN	0,52	786
WNZ	0,68	788
ZN	0,58	2074
NN	0,51	2107
ZD	0,01	865
MN	0,48	661

Tabel 3.9: Krippendorff's alfa voor matches met VIND-categorie, exclusief begin geleiderail. Merk op dat het aantal wegsituaties in dit overzicht lager ligt dan dat in Tabel 3.8. Dit komt doordat situaties met een geleiderail niet opgenomen zijn.

Regio	Krippendorff's alfa	Aantal wegsituaties
WNN	0,03	95
WNZ	0,23	34
ZN	0,22	694
NN	0,20	1070
ZD	-0,15	575
MN	-0,22	37

Naast het soort obstakel is ook de afstand tot het obstakel door de regio's en met VIND bepaald. Ook hier kunnen we de overeenstemming tussen elke regio en VIND met en zonder beginpunt van de geleiderail bepalen. Tabel 3.10 en Tabel 3.11 laten zien dat zowel met en zonder geleiderail de mate van overeenstemming tussen de regio's en VIND onvoldoende is. Dit volgt ook uit een visuele weergave van de relatie tussen de afstanden en de correlaties tussen de afstanden uit de twee bronnen (zie Bijlage C).

Naast obstakeltype en -afstand hebben regio's ook een indicatie voor de prioritering gegeven. Deze kan echter niet direct met die uit VIND worden vergeleken, omdat een andere schaal lijkt te zijn gebruikt. Om deze reden wordt hier geen mate van overeenstemming voor prioritering gegeven. Hieronder gaan we kort in op frequenties van de verschillende prioritering.

Tabel 3.10: Krippendorff's alfa voor matches met VIND-afstand, inclusief begin geleiderail

Regio	Krippendorff's alfa	Aantal wegsituaties
WNN	0,41	233
NN	0,41	1102
WNZ	0,43	213
ZN	0,41	558
ZD	0,16	474
MN	0,24	206

Tabel 3.11: Krippendorff's alfa voor matches met VIND-afstand, exclusief begin geleiderail

Regio	Krippendorff's alfa	Aantal wegsituaties
WNN	0,43	63
WNZ	0,21	25
ZN	0,28	208
ZD	0,11	404
NN	0,09	698
MN	-0,04	13

De urgentiewaarden van de regio's kunnen niet direct worden vergeleken met de risico-indeling (kleuren) uit VIND. De verschillen tussen de risicoclassificaties in VIND en de door RWS toegepaste urgentietabel zijn wezenlijk anders waardoor een complete vergelijking niet mogelijk is. Echter zijn er wel enkele aanknopingspunten die indicatief kunnen zijn van verschillen. Tabel 3.12 geeft een overzicht van hoe vaak elke combinatie voorkomt in de RWS-obstakellijst. Dit laat zien dat er geen duidelijke overeenstemming is tussen de categorieën in VIND en die gebruikt door de regio's in het RWS-bestand.

Tabel 3.12: Vergelijking aantallen urgentiewaarden regio's (kolommen) en VIND-scores. Voor VIND worden er zowel de waarde "-" als geen waarde (missing) gevonden. Daarnaast worden kleurcodes naast voldoende en onvoldoende gebruikt. Voldoende volgens VIND stemt in geen van de gevallen overeen met 'Voldoet aan de richtlijn'.

VIND-Score	Noodzakelijk (laagste prioriteit)	Risicovol	Urgent (hoogste prioriteit)	Voldoet aan richtlijn	Totaal
-	478	426	985	22	1911
Blauw	1	1	5	0	7
Groen	41	111	157	50	359
Beginpunt Onvoldoende	398	411	402	0	1211
Oranje	82	108	79	58	327
Rood	177	312	268	125	882
Beginpunt Voldoende	53	64	53	0	170
Geen waarde	632	660	1035	87	2414
Totaal	1862	2093	2984	342	7281

Het eerste dat opvalt uit de vergelijking in Tabel 3.12 is dat van slechts 40% (2956/7281) van de locaties uit het RWS-bestand een VIND-score bekend is. Dit komt vooral door de VIND die slechts obstakels langs de buitenberm van hoofdrijbanen bevat terwijl het RWS-bestand ook verbindingswegen, toe- en afritten en parallelbanen bevat. Van deze beperkte selectie kan de VIND-score worden vergeleken met de urgentieklasse aanduiding uit het RWS-bestand. Daarbij wordt aangehouden dat (risico) locaties uit het RWS-bestand die worden aangeduid met Noodzakelijk/Risicovol/Urgent binnen de VIND zouden moeten worden aangeduid als Rood/Beginpunt onvoldoende. Voor de klasse 'Voldoet aan de richtlijn' wordt aangehouden dat deze overeen zou moeten komen met de VIND-klassen Groen/Beginpunt voldoende.

Een locatie die binnen het RWS-bestand als risicolocatie wordt aangeduid wordt slechts in 72% van de gevallen ook binnen de VIND als risicolocatie aangeduid. Andersom wordt een locatie die door de VIND als risicolocatie wordt aangeduid in 94% van de gevallen ook binnen het RWS-bestand als risicolocatie aangeduid. Locaties die volgens het RWS-bestand voldoende, scoren slechts in ongeveer 21% van de gevallen binnen de VIND voldoende. Locaties die volgens de VIND voldoende, betreffen volgens het RWS-bestand in 91% van de gevallen een risicolocatie.

SWOV heeft ook de nauwkeurigheidscntrole van Arcadis nader beschouwd. Bij deze controle heeft Arcadis een willekeurige steekproef van 267 locaties geselecteerd uit de RWS-obstakellijst en deze uitkomst vergeleken met een visuele controle met behulp van Cyclomedia-beelden. Arcadis concludeert dat 91% van de geïnventariseerde objecten aanwezig zijn op de locaties zoals geïnventariseerd door RWS. SWOV heeft geen aparte beoordeling van de beelden uitgevoerd en gaat er van uit dat deze controle als zodanig goed is uitgevoerd. Echter wordt wel geconstateerd dat bij de steekproefcontrole van Arcadis niet na is gegaan of het door RWS geïnventariseerde object ook het maatgevende object betrof. Dat betekent dat op basis van de controle wel kan worden gesteld dat het RWS-bestand in hoge mate objecten bevat die ook daadwerkelijk aanwezig zijn. Maar de controle geeft geen beeld of het RWS-bestand de maatgevende obstakels aanduidt zoals beoogd. Daarnaast is geen controle uitgevoerd op locaties waar binnen de RWS-inventarisatie geen obstakels zijn geconstateerd. Gelet op de bevindingen uit de interbeoordelaars-toets waaruit grote verschillen in het aantal genoteerde locaties met obstakels naar voren kwam is een aanvullende controle hierop wel van belang. De steekproef van Arcadis geeft hier geen extra inzichten in.

Het RWS-bestand zou kunnen worden gecontroleerd op gemiste obstakels met behulp van de VIND door het RWS-bestand aan de VIND te koppelen.<sup>2</sup> VIND-locaties waarvan het bermonderdeel Rood is geclassificeerd zouden ook een obstakel in het RWS-bestand moeten bevatten. Het aandeel van deze VIND-locaties waaraan geen RWS-locatie kan worden gekoppeld kan een beeld geven van de mate van de volledigheid van het RWS-bestand en de mate waarin deze nog locaties mist. De matige overlap tussen VIND en de regio's in de RWS-obstakellijst staat in contrast met de 91% nauwkeurigheid die door Arcadis is gevonden, maar zonder herhaling van de handmatige controle kan de oorzaak van dit contrast niet worden bepaald. Wel is inmiddels bekend dat de nauwkeurigheidstoets van Arcadis niet heeft beoordeeld of het obstakel in de RWS-obstakellijst maatgevend was (enkel bevestigd dat deze er stond) en ook niet gecontroleerd waarom obstakels die wel in VIND zijn opgenomen niet in het RWS-bestand staan.

Gegeven deze controle, is SWOV van mening dat geen van de gebruikte bestanden (DTB, VIND en RWS-obstakellijst) compleet is. Bovendien is de nauwkeurigheid, gegeven de uitkomsten van de handmatige controle van Arcadis op een aantal uit de (gevalideerde) obstakellijst geselecteerde locaties, nog steeds twijfelachtig. We weten immers nog steeds niet of er obstakels ontbreken in de (gevalideerde) obstakellijst. De enige manier om inzicht te krijgen om de compleetheid is om een random steekproef locaties te trekken uit het NWB (denk aan ca. 10% van het areaal, zo een 400 punten), deze opnieuw te inventariseren en beoordelen en dan te vergelijken met de (gevalideerde) obstakellijst. Dit zal een schatting geven van de mate van compleetheid maar ook van de nauwkeurigheid.

### 3.4 Conclusies beoordeling proces en prioriteringssystematiek

Het eerste deel van de beoordeling was gericht op het proces waarbij de RWS-obstakellijst tot stand is gekomen. Daarvoor heeft SWOV een interraterbeoordelaarsstoets uitgevoerd, de Arcadis-controle beoordeeld en resultaat getoetst en interviews gevoerd met RWS. De hoofdconclusies zijn als volgt:

- SWOV vindt weinig overlap tussen de regio's onderling in de beoordelingen van 105 identieke situaties:
  - Regio's wijken af in of ze een obstakel benoemen, welk type obstakel ze noemen, de afstand tot het genoemde obstakel die ze vastleggen, en de prioritering die zij aan het obstakel geven.
  - Een belangrijk verschil is de mate waarin ten minste één obstakel is gevonden per locatie. Tussen beoordelaars zijn grote verschillen in het aantal locaties waar geen waarde is genoteerd bij soort obstakel, aannemelijk daarbij is dat er geen obstakel was. Volgens beoordelaars van sommige regio's ligt het aandeel locaties zonder waarde (voor obstakel) rond de 70% en volgens andere beoordelaars zo laag als 30%.
- Ten aanzien van de door Arcadis aangeleverde gegevens en bevindingen (Arcadis, 2021) constateert SWOV het volgende:
  - De steekproefgegevens laten zien dat 91% van de door RWS geïnventariseerde obstakels in de berm aanwezig is. De steekproef van Arcadis geeft geen beeld of de maatgevende obstakels correct in het RWS-bestand zijn vastgelegd/gekozen.
  - Het beeld ontbreekt in welke mate het RWS-bestand volledig is, omdat de steekproef enkel is uitgevoerd op locaties uit het RWS-bestand met objecten/obstakels. Een koppeling van het RWS-bestand aan de VIND-locaties waarvan de berminrichting als 'rood' is geclassificeerd zou een beter beeld van de volledigheid kunnen geven.



<sup>2</sup> Deze koppeling verschilt van de koppeling door Arcadis gemaakte koppeling. Daarin is de VIND aan het RWS-bestand gekoppeld.



- › De SWOV-vergelijking van de urgentiebeoordeling door de regio's en de VIND-scores komt overeen met die van Arcadis. Daarnaast heeft SWOV op basis van de gevalideerde obstakellijst het volgende geconstateerd:
  - › Er bestaat weinig overlap tussen de beoordelingen van de regio's en VIND voor wat betreft de aanwezigheid van een obstakel, het type obstakel, de afstand tot het obstakel, en de prioritering ervan.
  - › Voor de prioritering worden door de regio's en VIND andere categorieën gebruikt.
  - › De vergelijking met VIND heeft geleerd dat de RWS-inventarisatie een belangrijk aanvullend beeld heeft opgeleverd over gevaarlijke beginpunten van geleiderails.
  
- › Uit de interviews blijkt dat er, ondanks ondersteuning vanuit WV, onduidelijkheden zijn over de te volgen beoordelingsmethode en prioritering.

Samenvattend: dit onderzoek geeft aan dat RWS haar werkprocessen zal moeten aanscherpen – dat wil zeggen minder ruimte zal mogen laten voor interpretatie, maar ook minder ruimte om buiten de procedures te werken – om te zorgen voor betere consistentie en grotere uniformiteit in de inventarisatie en prioritering. De kwaliteit van de vastgelegde data laat te wensen over, met directe gevolgen voor de prioritering. Ondanks de geconstateerde onnauwkeurigheden en onzekerheden ten aanzien van de VIND en de RWS-inventarisatie, is SWOV van mening dat de gevalideerde obstakellijst van RWS voldoende handvatten biedt voor het proces van prioritering en voor een aanpak voor de inrichting van vergevingsgezinde bermen. Het RWS-bestand bevat een omvangrijke lijst van gevalideerde locaties met obstakels met een hoge urgentie volgens de urgentietabel, waaruit blijkt dat de bermveiligheid op die locaties onvoldoende is. De problematiek is dusdanig dat niet gewacht moet worden met de aanpak hiervan. De fouten in de bestanden kunnen tijdens de planning en na aanvang van een implementeringsprogramma systematisch worden verbeterd.

SWOV kan op basis van de beschikbare informatie – en in het kader van deze opdracht – de compleetheid van de gevalideerde obstakellijst niet vaststellen maar ook niet diskwalificeren. Daarvoor adviseert SWOV een onafhankelijke beoordeling uit te voeren van de compleetheid en nauwkeurigheid van het huidige bestand, aan de hand van 400 random geselecteerde punten (van 100 m) uit het NWB (en onafhankelijk van het RWS-verzamelbestand en VIND). Ook kan een koppeling van het RWS-bestand aan VIND-locaties waarvan de bermrichting als 'rood' is geclassificeerd, een beter beeld geven van de volledigheid.

## 4 Beschouwing van mogelijke verbeterpunten

In dit hoofdstuk wordt op basis van de literatuur onderzocht of de prioritering aangescherpt of verbeterd kan worden door het inzichtelijk maken van relaties tussen bermmaatregelen en verkeersveiligheidseffecten (m.n. ongevallen). Waar mogelijk worden ook de kosten en de baten nadrukkelijk aan de orde gesteld.

Drie aspecten komen nadrukkelijk aan de orde:

1. Een vergelijking van richtlijnen internationaal
2. Op basis van literatuur bouwstenen aandragen om tot een integrale afweging te komen voor een risicogestuurde aanpak onveilige situaties in de bermen door RWS
3. Indien mogelijk bouwstenen aandragen op basis van effectiviteit (kosten en baten)

### 4.1 Vergelijking van richtlijnen

De belangrijkste richtlijnen voor Rijkswaterstaat met betrekking tot bermveiligheid betreffen:

- > *Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen 2017*. ROA2017. Rijkswaterstaat. (Rijkswaterstaat, 2017a)
- > *Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen: Veilige Inrichting van Bermen*. ROA-VIB. Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud. (Rijkswaterstaat, 2017b)
- > *European Agreement on Main International Traffic Arteries (AGR)* (United Nations, 2008)

We vergelijken de RWS-richtlijnen met de AGR en richtlijnen van andere landen zoals beschreven in CEDR onderzoeken PROGRess (Cardoso et al., 2018; Connell, Hall & Erginbas, 2019) en SAVeRS (Erginbas et al., 2014).

#### 4.1.1 Basiseisen Nederland

Allereerst geven we de basiseisen zoals beschreven in de richtlijnen van RWS beknopt weer. Een ontwerpsnelheid van 130 km/uur ontbreekt in de huidige richtlijnen en behandelen we daarom niet apart van de ontwerpsnelheid van 120km/uur.

##### 4.1.1.1 Obstakelvrije zone

De obstakelvrije zone is door Rijkswaterstaat als volgt gedefinieerd (Rijkswaterstaat, 2017b): *“De obstakelvrije zone (OZ) is de ruimte links of rechts van een rijbaan waarbinnen geen obstakels of gevarenczones voorkomen die bij aan- of inrijden risico’s voor de inzittenden van het voertuig opleveren. De obstakelvrije zone dient om de risico’s voor inzittenden van het voertuig dat uit de koers is geraakt, te beperken dan wel te voorkomen. De obstakelafstand (OA) is de horizontale, kortste afstand tussen de binnenkant van de kantstreep en een obstakel of gevarenczone.”*

Belangrijke eisen aan de obstakelvrije zone die in de richtlijn zijn genoemd betreffen:

- > De obstakelvrije zone dient vrij te zijn van obstakels
- > Deze biedt voldoende draagkracht
- > De helling is beperkt (1:6 of flauwer)
- > De breedte is afgestemd op de snelheidslimiet/ontwerpsnelheid

- 13 m bij een ontwerpsnelheid van 120 km/uur
- 10 m bij een ontwerpsnelheid van 100 km/uur

Daarbij wijst de richtlijn op de verantwoordelijkheid van de ontwerper om ook te kijken naar gevaren aan de rand van de obstakelvrije zone.

*“De ontwerper moet zich altijd bewust zijn van mogelijke gevaren die zich aansluitend op de obstakelvrije zone bevinden. In het navolgende staan ter illustratie enkele voorbeelden van deze verantwoordelijkheid.”*

Hierbij worden ter illustratie vier voorbeelden genoemd met daarbij een advies:

1. Een diep kanaal op 13 meter, dus buiten de obstakelvrije zone, wordt geadviseerd om af te schermen.
2. Een solitair obstakel in een boog op 11 m hoeft niet afgeschermd indien deze in de binnenboog staat.
3. Ter plaatse van krappe horizontale bogen wordt geadviseerd eerder tot afscherming over te gaan.
4. Een middenberm op een halfklaverbladaansluiting hoeft niet als gevarenzone te worden behandeld gelet op lage rijnsnelheden.

Ook wijst de richtlijn erop dat kan worden overwogen een solitair obstakel aan de buitenrand van de obstakelvrije zone niet af te schermen in verband met risico's ten gevolge van aanrijdingen met afschermingsconstructies en de gewenste vlucht-/bergingszone.

#### 4.1.1.2 Afschermingsconstructies

De primaire eisen aan afschermingsconstructies (geleideconstructies en obstakelbeveiligers) verwijzen naar NEN-EN 1317. RWS heeft de mogelijkheid in de richtlijn voorbehouden constructies goed te kunnen keuren die niet volgens NEN-EN 1317 zijn gecertificeerd, maar wel aantoonbaar goed functioneren. Daarnaast mogen enkel constructies worden toegepast die door RWS zijn geaccepteerd. Voor de prestatie van geleideconstructies wordt gekeken naar:

- Keringsniveau, of kerend vermogen of absorptie
- Werkende breedte
- ASI-waardes

Eisen aan het kerend vermogen zijn afgestemd op risico's voor derden bij doorbreken van een geleideconstructie en op de relatie tussen het keringsniveau en ASI-waardes. De standaardoplossing voor een afschermingsconstructie is een constructie met kerend vermogen van de klasse H2. Bij risico's voor derden wordt een klasse H4b voorgeschreven. Genoemde risico's (maar dus niet beperkt tot deze) zijn:

- terreinen met chemische installaties waar de kans op ontploffingen groot is;
- druk bezochte manifestatie- of recreatieterreinen;
- verzorgingsplaatsen, zowel een eventueel brandstofverkooppunt als de rest van de verzorgingsplaats;
- belangrijke (hogesnelheids)spoorlijnen;
- bebouwing met instortgevaar;
- op viaducten over spoorlijnen of andere snelwegen (in knooppunten);
- bruggen over drukbevaren waterwegen;
- langs kwetsbare ophangconstructies van grote bruggen zoals tuikabels en hangers;
- bij steunpunten van kunstwerken die niet aanrijdbestendig zijn.

De richtlijn schrijft voor dat een afschermingsconstructie met een ASI-waarde van de klasse A, of waarde  $\leq 0,8$  de voorkeur heeft, om risico's op letsel bij een aanrijding voor inzittenden te minimaliseren. Verder is sprake van een afpelmethodiek. Een zo ruim mogelijke afstand tot de afschermingsconstructie wordt geëist (standaard 6,4m voor de buitenberm) met een zo laag

mogelijke ASI- waarde als standaardoplossing. Van de standaardoplossing mag slechts beargumenteerd worden afgeweken volgens een set alternatieve oplossingen, waarbij ASI waarden tot 1,4 oplopen. In welke mate afschermingsconstructies worden/zijn vormgegeven volgens de voorkeursoplossing is niet bekend.

#### **4.1.1.3 Afwegingskader voor een vergevingsgezinde berm**

Internationaal is de standaard voor een vergevingsgezinde berm zoals gepromoot door onder meer AASHTO (AASHTO, 2001) breed omarmd. Dit beschrijft dat de prioriteit ligt bij een obstakelvrije zone en dat pas wanneer deze niet redelijkerwijs gerealiseerd kan worden (met een aantal tussenstappen) gekozen wordt voor een afscherming van obstakels. De richtlijn van RWS volgt dit afwegingskader.

In de richtlijn ROA-VIB wordt onderscheid gemaakt tussen de middenberm en de buitenberm. Voor de middenberm (en tussenbermen) gelden andere overwegingen dan voor de buitenberm. Gelet op het ruimtebeslag van de middenberm, waarbij een obstakelvrije zone is vereist van 25m bij een ontwerpsnelheid van 120 km/uur, is de standaardoplossing voor een middenberm een afschermingsconstructie plus aan weerszijden de beschikking over een bergingszone.

Voor buitenbermen is de standaardoplossing een obstakelvrije zone. Enkel wanneer hierin niet voorzien kan worden - na onderzoek naar de mogelijkheid tot verwijderen van obstakels, botsvriendelijk maken van obstakels, herprofilieren van de berm en sloten en vervangen van sloten door drainagesystemen – is toepassing van afschermingsconstructies toegestaan. Ook in dat geval wordt de afschermingsconstructie zo ver mogelijk van de rijstrook geplaatst, met in achtneming van de werkende breedte van de constructie ten opzichte van het obstakel, en wordt gewerkt met een zo laag mogelijke ASI-waarde.

### **4.1.2 Vergelijking met (inter)nationale richtlijnen**

#### **4.1.2.1 AGR**

De AGR is een richtlijn voor aangewezen hoofdwegen binnen Europa. Autosnelwegen dienen volgens de AGR te worden ontworpen aan de hand van een ontwerpsnelheid die het ontwerp van de weg bepaald, waarbij de kenmerken dusdanig zijn dat geïsoleerde voertuigen zich veilig kunnen verplaatsen bij die snelheid. Daarbij is niet enkel de limiet leidend, maar zijn tevens de daadwerkelijk gereden snelheden van belang. Ontwerpsnelheden voor autosnelwegen die de AGR benoemd zijn 80, 100, 120 en 140 km/uur.

De minimum rijstrookbreedte is 3,5 meter. De aanbevolen minimum vluchtstrookbreedte van autosnelwegen is 2,5-3m. Voor niet-autosnelwegen wordt een minimale redresseerstrookbreedte van 0,7m aangehouden en een ‘shoulder’ van 2,5m. Een duidelijk advies voor dimensionering van de obstakelvrije zone wordt niet genoemd. De AGR spreekt wel een duidelijke voorkeur uit ten aanzien van de obstakelvrije zone boven de plaatsing van afschermingsconstructies. Afschermingsconstructies dienen in zijn algemeenheid te worden behandeld als obstakel en alleen te worden geplaatst wanneer het risico van het niet plaatsen daarvan, het risico van het plaatsen van afschermingsconstructies overstijgt. Verdere richtlijnen voor de plaatsing van en het type afschermingsconstructies worden niet gegeven. Keuze voor type en plaatsing wordt omschreven als situatie-afhankelijk.

#### **4.1.2.2 Obstakelvrije zone internationaal**

Recent zijn twee onderzoeken uitgevoerd in opdracht van CEDR naar Europese richtlijnen met betrekking tot bermveiligheid. Dit betreft de onderzoeken SAVeRS en PROGRess. Beide onderzoeken bieden inzicht in de richtlijnen zoals gehanteerd in landen binnen en buiten Europa (Cardoso et al., 2018; Connell, Hall & Erginbas, 2019; Erginbas et al., 2014). Onderstaande bevindingen zijn op deze bronnen gebaseerd.

De definitie van de obstakelvrije zone van RWS kent sterke overeenkomsten met richtlijnen internationaal. Verschillen worden voornamelijk pas gevonden wanneer naar de specificaties van de obstakelvrije zone wordt gekeken. Het gaat dan om definities en beschreven obstakels, verschillen in dimensies van de vereiste obstakelvrije zone en differentiaties naar omstandigheden van vereiste dimensies. Bij dat laatste gaat het niet alleen om verschillende wegtypen, maar bijvoorbeeld ook om verschillen in de toepassing of aanvullende eisen bij bochten, de toegestane hellingshoek van bermen en het onderscheid tussen middenbermen en buitenbermen/zijbermen.

De waarde van het borgen van bermveiligheid in de richtlijnen van RWS komt mede tot uitdrukking in de vergelijking met richtlijnen in Europa. Een vergelijking van de richtlijnen voor obstakelvrije zones voor rechte wegvakken laat zien dat RWS bovengemiddelde normen hanteert voor de obstakelvrije zone in Europa (Tabel 4.1). Wat daarnaast opvalt is dat verschillende landen specifieke richtlijnen hebben voor de inrichting van bermen in bochten. Dit kunnen aanvullende eisen zijn aan de obstakelvrije zone, maar vaak wordt in die gevallen voor hoofdwegen voor een afschermingsconstructie gekozen als standaardoplossing in bogen krappert dan 1000-1500 m.

Tabel 4.1 Richtlijnen voor de obstakelvrije zone in Europa (op basis van SAVeRS (Erginbas et al., 2014))

Land (en limiet indien aangegeven)	Obstakelvrije zone vlakke buitenberm
Nederland 120/130 km/uur	13m
België Vlaanderen 120 km/uur	8m rechte wegvakken* Bochten worden afgeschermd
België Wallonië 120 km/uur	3m puntobstakels 7m continue obstakels
Cyprus	4,5 langs Niet-ASW (niet gespecificeerd)
Denemarken 120 km/uur	10m*
Denemarken 130 km/uur	11m*
Finland 120 km/uur	7m**
Frankrijk 130 km/uur	10m
Frankrijk 110 km/uur	8,5m
Duitsland > 100 km/uur	12m vlakke berm 20m bij risicogebieden voor derden
Ierland 100 km/uur	8m*
Ierland 120 km/uur	10m*
Israël	9m***
Noorwegen > 90	10m****
Spanje (90 en 120 km/uur ?)	6m laag risico 10m hoog risico *****
Zweden 120 km/uur	12m



\* Bochten worden afhankelijk van de boogstraal en limiet standaard afgeschermd of een grotere obstakelvrije zone is vereist (verschilt per richtlijn)

\*\* Obstakelvrije zone is afhankelijk van het bermprofiel (embankment, cutting, level)

\*\*\* Voor meerbaanswegen, geen limietspecificatie

\*\*\*\* Afhangelijk van de geometrie van de weg en de berm en van de hoeveelheid verkeer. Onder de 12.000 vtg/dag varieert de eis tussen de 6-8 m

\*\*\*\*\* Obstakelvrije zone is afhankelijk van de indeling in risicoklassen op basis van geometrie van de weg, berm en classificatie van het gevaar

Ook uit de vergelijking van richtlijnen met betrekking tot afschermingsconstructies komt naar voren dat Nederland hoge prestatie-eisen stellen aan deze constructies. *Tabel 4.2* toont de vereiste keringsklasse van afschermingsconstructies per land voor hoofdwegen (meestal autosnelwegen).

*Tabel 4.2 Richtlijnen voor keringsklassen volgens EN 1317 van afschermingsconstructies in Europa (op basis van verschillende bronnen(ERF, 2015; Erginbas et al., 2014))*

	Buitenberm	Middenberm	Bruggen/Viaducten
Oostenrijk	H2	H2	H3
Belgie	H2	H2	H4b
Denemarken	H1	H2	H3
Finland	N2	N2	H2
Frankrijk	N2	H1	N2
Duitsland	H2	H2	H4b
Ierland	N2	H2	H2
Italië	H2	H3	H4b
Nederland	H2	H2	H2/H4b
Noorwegen	N2	N2	H2
Spanje	N2/H1/H2	H2	H3
Verenigd Koninkrijk	N2	N2	H1

Naast het bovenstaande overzicht zijn voor de toepassing van afschermingsconstructies wel wat verschillen te noemen. Een aantal verschillen op een rij:

- Kabelgeleiders (cable-barriers) zijn in tegenstelling tot in Nederland in verschillende landen toegestaan.
- In verschillende landen is een afschermingsconstructie in de buitenbocht een vereiste bij boogstralen kleiner dan 1000m - 1500m (met verkanting wordt geen rekening gehouden).
- Expliciete eisen aan een zo laag mogelijke ASI waarde of toegestane ASI klassen worden weinig genoemd in de geraadpleegde rapportages.
- Verschillende landen hebben een meer expliciete indeling (bijvoorbeeld in tabellen of stroomschema's) van soorten risico's en daarvoor vereiste afschermingsconstructietypen
- H2 als standaard komt voor, maar in veel landen ligt het basis keringsniveau lager.
- Risico's voor derden is een vaak terugkomende reden voor een hoger keringsniveau. Met H4b heeft NL ook hier een van de strengste richtlijnen.
- Eisen zijn naast het type weg ook vaak afgestemd op de hoeveelheid verkeer. Voor wegen met lagere afwikkelingsniveaus gelden lagere eisen. Naast de totale hoeveelheid verkeer gaat het daar ook om het aandeel vrachtverkeer.
- Specifieke aandacht/oplossingen voor bermveiligheid van motoren is in verschillende landen gekoppeld aan blackspotstatistieken van ongevallen met motoren.

Wanneer we kijken naar het afwegingskader voor de keuze tussen een obstakelvrije zone en afschermingsconstructies wordt internationaal veelal dezelfde volgorde gehanteerd als beschreven in de RWS-richtlijn. Zo beschouwt ook de AGR een obstakelvrije zone als de voorkeursoplossing. Dit is in veel Europese landen het geval. Risico voor derden is voor verschillende landen een reden om in die gevallen afschermingsconstructie als standaardoplossing te hanteren, of anders een veel ruimere obstakelvrije zone toe te passen. Vanwege ruimtelijke beperkingen leidt dit in de praktijk in veel gevallen tot een afschermingsconstructie. En als gezegd vormen bochten/bochtigheid in verschillende landen een reden om standaard

afschermingsconstructies te plaatsen. Daarnaast wijkt de praktijk in veel landen ook af van deze voorkeursoplossing voor een obstakelvrije zone. Volgens onderzoek onder wegbeheerders in 15 Europese landen zou meer dan de helft aangeven dat in de meeste gevallen de aanbevolen obstakelvrije zone niet kan worden gerealiseerd, zie *Paragraaf 4.1.3*.

Het grootste verschil ten aanzien van richtlijnen komt echter uit Australië. Daar is inmiddels afgestapt van de internationaal geaccepteerde prioritering voor een vergevingsgezinde berm. Volgens deskundigen in Australië is, zoals beschreven in het onderzoek van SWOV uit 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a), vanuit een Safe System benadering een zo flexibel mogelijke afschermingsconstructie met voldoende kerend vermogen een betere oplossing dan de obstakelvrije zone. Dit is inmiddels ook in de Australische richtlijnen verwerkt. Van belang daarbij is dat in Australië voornamelijk enkel kabelgeleiders zijn aangewezen als Duurzaam Veilige oplossing voor de vormgeving van een vergevingsgezinde berm (zie ook *Paragraaf 4.2*).

### 4.1.3 Gebruikersonderzoek richtlijnen in Europa: PROGRESS

In het vraagonderzoek van PROGRESS (Connell, Hall & Erginbas, 2019), zijn 33 personen uit 15 landen<sup>3</sup> bevestigd over verschillende onderwerpen met betrekking tot de bermveiligheid. Deze paragraaf beschrijft in het kort een aantal voor RWS relevante onderwerpen uit dit onderzoek.

#### 4.1.3.1 Obstakelvrije zone

De meeste bevestigde landen hebben richtlijnen voor de veilige inrichting van bermen en zijn daar voldoende tevreden over. Ongeveer de helft van de respondenten geeft aan dat er in hun land ook duidelijke richtlijnen zijn voor het onderhoud van bermen en de helft daarvan is van mening dat deze onvoldoende de veiligheid van de berm in de tijd te borgen.

De verschillen in de definitie van obstakels zijn niet heel wezenlijk. Er zijn wel verschillen in de specificaties van obstakels, bijvoorbeeld in de specificatie van de diameter van bomen. Ook wanneer een object een obstakel vormt kan afhangen van meer omstandigheden dan enkel de snelheidslimiet/ontwerpsnelheid.

Iets minder dan de helft van de respondenten geeft aan dat objecten en afschermingsconstructies in verloop van tijd een obstakel kunnen vormen.

#### 4.1.3.2 Afschermingsconstructies

Afschermingsconstructies worden in verschillende landen als standaardoplossing gehanteerd in de volgende situaties:

- Wanneer een obstakelvrije zone niet gerealiseerd kan worden (11 van de 15 landen)
- In bochten (8 van de 15 landen)
- Bij zachte bermen (1 van de 15 landen)
- Anders ;
  - Specifieke gevaren waaronder water, gevaar voor derden, stijl weglichaam en hoogteverschillen > 2m
  - Bruggen ed.

De helft van de respondenten geeft aan dat zij ervaring hebben met problemen ten aanzien van de plaatsing van afschermingsconstructie ten gevolge van slechte grond condities/afwaterings-systemen e.d. Ook volgt uit de antwoorden dat de meeste wegbeheerders er begrip voor hebben dat afschermingsconstructies worden geplaatst onder condities waarop deze niet zijn getest. Aannemers worden daarbij uitgenodigd met oplossingen te komen als de omstandigheden daarom vragen.



3. Oostenrijk, België, Cyprus, Duitsland, Hongarije, IJsland, Ierland, Italië, Luxemburg, Nederland, Polen, Portugal, Slovenie, Zweden, Verenigd Koninkrijk.



#### 4.1.3.3 Obstakelvrij versus Afschermingsconstructies

Met betrekking tot de afweging tussen een obstakelvrije zone versus plaatsing van een afschermingsconstructie gaf 88% aan dat de filosofie van vergevingsgezinde berm wordt gepromoot. 70% gaf daarbij aan dat de richtlijn een voorkeur beschrijft voor een obstakelvrije zone boven de plaatsing van een afschermingsconstructie. Uit de reacties bleek dat in 10 van de 15 beschouwde landen een afschermingsconstructie tevens als obstakel wordt gezien en dat voor de obstakelvrije zone een lager risico op een ongeval met (ernstig) letsel wordt geschat in geval van een bermdoorschreiding. 70% van de respondenten geeft tegelijkertijd aan dat in de meeste gevallen op bestaande wegen een obstakelvrije zone die voldoet aan de richtlijn niet mogelijk is, gelet op de omgeving van de weg.

#### 4.1.4 Conclusie

Bermveiligheid is belangrijk voor RWS en dit wordt ook tot uitdrukking gebracht in de eisen die worden gesteld in de richtlijnen voor bermveiligheid. Vergelijking van de VIB-richtlijn met die in andere landen laat zien dat zowel de eisen aan de dimensionering van de obstakelvrije zone als aan het kerend vermogen van afschermingsconstructies in Nederland bovengemiddeld zijn (zie hiervoor ook Schermers et al., 2021). Een ander belangrijk verschil met andere landen is dat in de richtlijnen van RWS bij de specificaties van afschermingsconstructies een lagere ASI-waarde (grotere flexibiliteit) wordt vereist. Wel mag hier onderbouwd van worden afgeweken. In welke mate de voorkeursoplossing is/wordt toegepast, is bij SWOV niet bekend. In tegenstelling tot in veel andere landen is het gebruik van kabelgeleiders ('*cable barriers*') in Nederland niet toegestaan, terwijl juist dat type afschermingsconstructie een grote flexibiliteit heeft. Het belang van een lage ASI-waarde en flexibele afschermingsconstructies komt terug in de bevindingen uit de literatuur in de volgende paragraaf.

In veel landen, zoals ook in Nederland, worden afschermingsconstructies aangeduid als obstakel. Uit onderzoek van CEDR onder 33 professionals (wegbeheerders en onderzoeksinstituten) uit 15 verschillende landen komen ook verschillende problemen naar voren die zich in de praktijk voordoen met afschermingsconstructies, waardoor deze niet werken als beoogt/getest of vereist in de richtlijn. Problemen in de praktijk zijn echter niet voorbehouden aan afschermingsconstructies. Deze doen zich ook voor in bermen die worden geacht obstakelvrij te zijn.

## 4.2 Literatuur-update vergevingsgezinde bermen

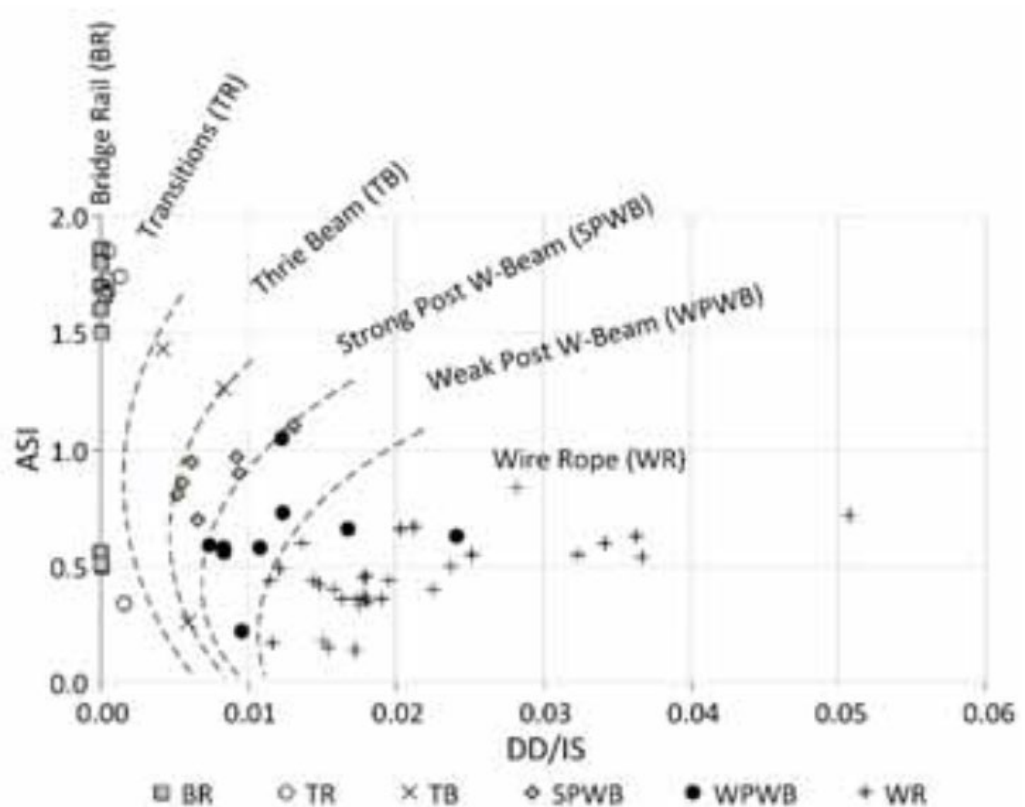
In aanvulling op het onderzoek van SWOV voor Rijkswaterstaat uit 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a; 2017b) is gekeken naar de resultaten van de serie dieptestudies van doden op rijkswegen door SWOV (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2018; 2019; 2020a; 2020b) en naar de literatuurstudie van PROGRES (Cardoso et al., 2018). Daarnaast is een aanvullende literatuurscan gemaakt van recent verschenen onderzoek in de TRID database (2015-heden), zie *Bijlage D*. De bestudeerde bronnen wijzen in dezelfde richting hetgeen is geconcludeerd in de studie uit 2017 en vormen geen aanleiding om het daar gegeven advies aan te passen. Zowel de obstakelvrije zone als (flexibele) afschermingsconstructies verkleinen het risico op ongevallen met een ernstige afloop. De orde van grootte van effectschattingen varieert en ligt in orde grootte van 50% reductie afhankelijk van de voor- en nasituatie. Echter ontbreekt nog steeds afdoende evidentie om een van de twee opties als voorkeursvariant aan te wijzen. Ook in deze literatuurscan ontbraken ongevallen-analyses waarin obstakelvrije zones direct met zowel gevarenezones als afschermingsconstructies werden vergeleken. Wel kunnen we een aantal relevante punten aanstippen die uit de aanvullende literatuurscan naar voren komen. We beperken ons daarbij tot nieuwe punten die niet expliciet in deze mate in het onderzoek van 2017 zijn beschreven.

Onderzoek naar dodelijke ongevallen op rijkswegen laat zien dat, over een periode van vijf jaar (2015-2019), 22% van de dodelijke bermongevallen plaatsvond door een obstakel op meer dan 13m (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2020b). Daarnaast lijkt nieuw simulatie-onderzoek uit de VS uitkomsten uit Australië en Nieuw Zeeland te bevestigen (Carrigan & Ray, 2019; Sheikh et al., 2019). Op basis van simulaties wordt geschat dat 50% van de bermdoerschreidingen verder komt dan 14m en 25% verder komt dan 30m. Een kanttekening ten aanzien van de representativiteit voor de Nederlandse situatie hierbij, is dat dit simulaties op bermen betreffen met een V-profiel met verschillende hellingshoeken. Echter lag de gemiddelde aanvangssnelheid op ongeveer 80 km/uur, wat lager is dan verwacht mag worden langs Nederlandse autosnelwegen. Daarnaast betrof het bermprofiel uit de studie van Hutchinson & Kennedy (1966) waarop de huidige richtlijn van Rijkswaterstaat is gebaseerd ook een V-profiel.

Onderzoek naar verschillen in de impact van het type afschermingsconstructie bevestigt dat flexibele afschermingsconstructies een aanmerkelijk lager risico op ernstig letsel met zich meebrengen dan starre constructies. Een vaak gemaakte driedeling op basis van ongevallenonderzoek is:

- flexibele constructies : kabelgeleiders
- semi-rigide: geleiderails
- rigide (stijf): betonnen barriers (slechts in lichte mate veiliger dan bermobstakels)

Burbridge & Troutbeck (2016) hebben dit in beeld gebracht door ASI-waardes uit te zetten tegen de verhouding tussen dynamic deflection/impact severity<sup>4</sup>.



Afbeelding 4.1: Samenhang tussen ASI en dynamic deflection/impact severity (Burbridge & Troutbeck, 2016)



<sup>4</sup> Dynamic deflection ongeveer te vertalen als de werkende breedte. De impact severity is een functie van de snelheid, massa en inrijhoek van het voertuig:  $1/2 * m * (v * \sin \theta)^2$ . DD/IS is een voorgestelde maat om de mate van flexibiliteit van een constructie te beschrijven. Bij benadering is dit de verhouding tussen de werkende breedte (of uitbuiging) en energie bij impact.

*Afbeelding 4.1* toont dat kabelgeleiders als systeem lagere ASI-waardes vertonen dan andere systemen. Dit bevestigt het beeld dat er een gradatie is in de flexibiliteit van afschermingsconstructies, waarbij de flexibel geachte constructies in de praktijk veiliger blijken dan de meer rigide systemen.

Dit is een belangrijke reden waarom Australië is gekomen tot een heroverweging van de vormgeving van vergevingsgezinde berm en binnen de Safe System benadering. De standaardoplossing voor een vergevingsgezinde berm is, volgens de nieuwe ontwerprichtlijn voor berm en in Australië, de toepassing van kabelgeleiders. Obstakelvrije zones worden ongeschikt geacht voor hoofdwegen met veel verkeer. Deze worden onvoldoende vergevingsgezin geacht gelet op de verwachting dat een deel van de populatie niet veilig binnen de obstakelvrije zone tot stilstand kan komen en het risico op over-de-kop ongevallen toe zou nemen bij een toenemende (laterale) verplaatsing in de berm. De twee andere type constructies (betonnen barriers en stalen geleiderails) passen evenmin binnen de herziene Safe System benadering van berm en omdat het (overgebleven) risico op een ernstige afloop bij een aanrijding onvoldoende laag is. Wel is er een indicatie dat nieuw ontwikkelde of in ontwikkeling zijnde 'weak post guardrails' (constructie type waarbij de rail wordt gemonteerd op zwakke palen middels een zwakke verbinding die afbreekt bij aanrijding) op vergelijkbaar niveau als flexibele kabelgeleiders zouden kunnen functioneren. Deze zouden het voordeel kunnen bieden dat motorrijders beter beschermd kunnen worden. Daarnaast wordt gewaarschuwd dat stijvere varianten van kabelgeleiders dezelfde risico's met zich mee kunnen brengen als andere semi-rigide constructies (Jurewicz, Tofler & Makwasha, 2015; Troutbeck, 2020a; 2020b).

Ook is vermeldenswaardig dat de vervanging van oude afschermingsconstructies aanzienlijke veiligheidswinst kan opleveren. Volgens een recent onderzoek in Italië zou de vervanging van oude afschermingsconstructies door constructies die conform EN1317 zijn uitgevoerd hebben geleid tot een daling van het aantal letselongevallen met 80%. Een meta-analyse van Elvik (2009) geeft een meer algemene reductie van 30% aan voor letselongevallen en 40% van dodelijke ongevallen bij het vervangen van bestaande afschermingsconstructies met minder rigide varianten. Natuurlijk is de verwachte winst sterk afhankelijk van de vertreksituatie.

Tenslotte werd in een veldstudie in Duitsland geconstateerd dat overgangen van verschillende afschermingsconstructies in de praktijk vaak niet voldoen aan de EN1317-5 norm. Uit een steekproef bleek dit meer dan de helft van de overgangen te betreffen (Meisel, 2019).

#### **4.2.1 Conclusie**

Uit de literatuurscan volgt dat de conclusie van het onderzoek naar vergevingsgezinde berm en van 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017b) blijft staan. Een vergevingsgezinde berm kan worden vormgegeven met een obstakelvrije zone dan wel een flexibele afschermingsconstructie. Een duidelijke voorkeur is ook op basis van dit aanvullend onderzoek niet te geven.

Belangrijk voor het vormgeven van vergevingsgezinde berm en met afschermingsconstructies is dat wordt gekozen voor een flexibele afschermingsconstructie. Uit ongevallenonderzoek komt naar voren dat een kabelgeleider hier in de regel het beste presteert door, onder meer, een grote werkende breedte. In Australië is een kabelgeleider daarom de standaardoplossing voor een vergevingsgezinde berm. Andere constructies zijn niet aangewezen als duurzaam veilig omdat hier een beduidend hoger restrisico van wordt verwacht. Wel geven zij aan dat ontwikkelingen in 'weak post guardrails' ervoor kunnen zorgen dat deze systemen op gelijk niveau zouden kunnen functioneren. RWS wordt aanbevolen om het gebruik van kabelgeleiders te heroverwegen en om te onderzoeken welke producten in ontwikkeling zijn en/of beschikbaar zijn die binnen de gestelde eisen aan de keringswaarde een grotere werkende breedte hebben en lagere ASI-waarde.

Ten slotte kan ook het vervangen van oude afschermingsconstructies bijdragen aan de verbetering van de bermveiligheid. Dit kan doordat constructies op termijn niet meer voldoen aan originele specificaties of doordat nieuwe generaties beduidend meer bescherming voor inzittenden van met name personenvoertuigen bieden. RWS wordt aanbevolen na te gaan wat de verschillen zijn in ASI-waardes van bestaande constructies en indien deze niet aan de eigen richtlijnen voldoen op termijn te vervangen.

### 4.3 Toetsing effectiviteit aanpak onveilige locaties

RWS-WVL heeft aangegeven dat zij behoefte heeft aan een afwegingskader waarin inzichtelijk kan worden gemaakt welke aanpak het meest (kosten)effectief is bij een verbetering van de bermveiligheid langs Rijkswegen. Om dit mogelijk te maken wensen zij meer gedetailleerde informatie te krijgen over het aantal ongevallen in de berm (specifiek met welke obstakels), het aantal kilometer rijkswegen waar deze specifieke obstakels voorkomen (en het liefst ook een indeling naar de gemiddelde afstand naar obstakels), risico's per situatie en type obstakel, de soorten en effecten van mitigerende maatregelen en de kosten van mitigerende maatregelen. Mogelijkheden voor een meer gedetailleerd afwegingskader dan thans beschikbaar is met de risicomatrix en urgentietabel wordt in deze paragraaf besproken.

Het SWOV-diepteonderzoek (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2020b) laat zien dat ca. 35% van alle dodelijke ongevallen op rijkswegen eenzijdige ongevallen en ongevallen met obstakels (enkelvoudige ongevallen) betreffen (*Afbeelding 4.2*).

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



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

*Afbeelding 4.2: Dodelijke ongevallen op rijkswegen naar type ongeval (uit Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2020b)*

In dit onderzoek is ook gekeken naar de soort obstakels die betrokken zijn bij dodelijke ongevallen. *Afbeelding 4.3* laat zien dat aanrijdingen met bomen en pijlers/portalen/palen binnen 10m van de weg en ongevallen tegen geleiderails relatief vaak voorkomen bij dodelijke enkelvoudige ongevallen. Ook opvallend is het relatief groot aandeel dodelijke ongevallen met taluds/greppel/sloot walkant en met watergangen die buiten de aanbevolen obstakelvrije zone van 13m liggen.

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



- <sup>a</sup> Eén van deze obstakels stond in de middenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur).
- <sup>b</sup> Twee van deze obstakels stonden in de buitenberm van een weg met een ontwerpsnelheid lager dan 90 km/uur (of een snelheidslimiet lager dan 100 km/uur). De obstakelvrije afstand was breder dan voorgeschreven in de richtlijnen (respectievelijk 2,5 m voor 60km/uur-wegen en 6 m voor 80km/uur-wegen en aansluitbogen).
- <sup>c</sup> Drie van deze objecten waren verkeersborden, die botsveilig zijn.

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



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

Afbeelding 4.3 Obstakels betrokken bij dodelijke ongevallen op Rijkswegen(Vervolg) (uit Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2020b)

Er is relatief veel literatuur waarin het risico van obstakels ten aanzien van de kans op een bermongeval en de kans op ernstig letsel in geval van een ongeval is aangetoond. Hetzelfde geldt voor de positieve effecten van bermmaatregelen. Echter, zoals ook uit het Safetycube-project (Filtner & Papadimitriou, 2016; <https://www.roadsafety-dss.eu/#/>) naar voren komt zijn veel van deze studies en de effectschattingen die hieruit te halen zijn niet geschikt om één op één door te vertalen naar gebruik in een gedetailleerde toepassing zoals RWS-WVL hier wenst (kwantificering van aantallen ongevallen op basis van gevonden individuele effecten). Reden hiervoor is dat er een grote spreiding in effectschattingen tussen studies bestaat, de omstandigheden verschillen waarin effecten zijn bepaald en losse risico's en effecten ook niet zomaar bij elkaar op te tellen zijn. Effecten uit verschillende studies met betrekking tot verschillende obstakels of maatregelen zijn daardoor lastig met elkaar te vergelijken en geven vooral een richting aan van te verwachten effecten. Bronnen als iRAP en Elvik (Elvik et al., 2009) zijn hiervoor beter geschikt en bevatten schattingen op basis van vooral meta-analyses en internationale studies in meerdere landen. De iRAP-database en iRAP-factsheets (bijv. <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=29>) rapporteren een aantal effecten van maatregelen en er is besloten om deze, plus de effectschatting naar obstakelvrij en/of plaatsen afschermingsconstructies uit eerder SWOV-onderzoek (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017b) en gegeven de verdeling van dodelijke ongevallen naar obstakeltype op Rijkswegen



((Davidse, Louwerse & Duijvenvoorde, 2020b), samen met de uitkomst uit de voorgaande paragraaf, te gebruiken. In deze verkenning (zie *Tabel 1*). Deze schattingen komen overeen met de globale effectschatting (obstakelvrij en/of plaatsen afschermingsconstructies) uit eerder onderzoek van SWOV (Van Petegem, Louwerse, & Commandeur, 2017a). De binnen de iRAP-methodiek gerapporteerde effectschattingen zijn gebaseerd op niet alleen gebaseerd op internationaal onderzoek, maar ook op basis van praktijk evaluaties binnen iRAP-projecten en vormen de basis van de 'Vaccines for roads'-module. In deze module kunnen wegbeheerders het effect van mitigerende maatregelen inzien en doorrekenen voor wegen die met de RPS-tool zijn beoordeeld.

*Tabel 4.3* obstakel geeft een inschatting van effecten en het gemiddeld aantal dodelijke ongevallen naar objecttype op Rijkswegen. Het biedt ook mogelijke bouwstenen voor een afwegingskader die gebruikt kan worden bij aangepaste prioritering van gevaarlijke punten langs berm. Echter, gelet op de lage ongevallendichtheid op rijkswegen is een effect op lokale punten nauwelijks meetbaar waardoor het aantal ongevallen en het effect van mitigatie per obstakel of locatie weinig betekenis heeft en het niet van toegevoegde waarde lijkt in een prioriteringskader.

*Tabel 4.3: Effecten maatregelen naar vergevingsgezinde berm (Noot, de letselongevallen zijn indicatief en moeten worden bevestigd, dit door afwijkende obstakeltypen).*

Maatregel per obstakel	Effect op ongevallen	Weglengthe (km) met obstakel	Aantal ongevallen met type object (gemiddeld per jaar 2015-2019)		Besparing (aantal slachtoffers)	Kosten per km maatregel
			Doden (Davidse et al., 2020b)	Alle letselongevallen (BRON)*		
Bomen saneren	25-40% (iRAP)	n.n.t.b.	6	16	n.n.t.b.	n.n.t.b.
Afscherming (portaal, pijlers, enz.)	-50%	n.n.t.b.	2	34,8 (overig vast voorwerp)	n.n.t.b.	n.n.t.b.
Beginpunten aanpassen	-50%	n.n.t.b.	7 (ongevallen met geleiderail**) waarvan 2-3 met beginpunt (schatting)	Na	n.n.t.b.	n.n.t.b.
Watergang verleggen	10-25%	n.n.t.b.	3	Na	n.n.t.b.	n.n.t.b.
(Steil) talud aanpassen	10-25% (iRAP)	n.n.t.b.	5	Na	n.n.t.b.	n.n.t.b.
Parallelweg verleggen	Niet bekend	n.n.t.b.	Na	Na	n.n.t.b.	n.n.t.b.
Lichtmast/verkeersbord/geluidsscherm verplaatsen	25-50% (iRAP)	n.n.t.b.	1	7 + 78,6 (overig wegmeubilair)	n.n.t.b.	n.n.t.b.

De kosten van maatregelen zijn erg situatie afhankelijk en indien RWS deze wil toepassen in een afwegingskader is het aan te bevelen deze kosten door GPO in te laten schatten. Echter is daarvoor eerst inzicht nodig in welke maatregel er per obstakel in de (gevalideerde) obstakellijst toegepast gaat worden. SWOV heeft in 2017 schattingen gemaakt voor de kosten per strekkende kilometer voor een 4-tal prototype varianten (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a). *Afbeelding 4.5* en *Afbeelding 4.6*. Hieruit valt op te merken dat het obstakelvrij maken tot 13 m een van de duurste varianten bleek, echter ging dit vaak gepaard met bermverharding, een aspect dat niet is meegenomen in de huidige aanpak berm van RWS. In de kosten lijkt een flexibele afscherming lagere kosten met zich mee te brengen.



<b>Prototype 1: Vluchtstrook en zeer smalle berm tot gevarenzone &lt; 4 m</b>	
variant 1A	draagkrachtverbetering
variant 1B	starre afscherming + draagkrachtverbetering
variant 1C	vluchtruimte + flex afscherming + draagkrachtverbetering
variant 1D	obstakelvrije zone 13 m + draagkrachtverbetering
<b>Prototype 2: Vluchtstrook en smalle berm tot gevarenzone &lt; 6 m</b>	
variant 2A	Draagkrachtverbetering
variant 2B	starre afscherming + draagkrachtverbetering
variant 2C	vluchtruimte + flex afscherming + draagkrachtverbetering
variant 2D	obstakelvrije zone 13 m + draagkrachtverbetering
<b>Prototype 3: Vluchtstrook en ruime berm tot gevarenzone &lt; 10 m</b>	
variant 3A	Draagkrachtverbetering
variant 3B	starre afscherming + draagkrachtverbetering
variant 3C	vluchtruimte + flex afscherming + draagkrachtverbetering
variant 3D	obstakelvrije zone 13 m
<b>Prototype 4: Vluchtstrook en zeer ruime berm tot gevarenzone = 13 m</b>	
variant 4A	Draagkrachtverbetering
variant 4C	flex afscherming + draagkrachtverbetering

Afbeelding 4.4: Maatregelvarianten om de (prototype) berm veiliger in te richten (uit Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a)

Prototype en variant	Investeringskosten* (1 jaar)	Levensduur-kosten* (100 jaar)	Project-kosten* (100 jaar)	Weglen gte (km)	Index project-kosten
<b>1</b>		€ 179.060	€ 179.060	149	1
<b>1A</b>	€ 40.788	€ 179.060	€ 219.849	149	1,2
<b>1B</b>	€ 334.096	€ 257.994	€ 592.089	149	3,3
<b>1C</b>	€ 307.505	€ 193.329	€ 500.834	149	2,8
<b>1D</b>	€ 482.907	€ 103.927	€ 586.834	149	3,3
<b>2</b>		€ 185.676	€ 185.676	579	1
<b>2A</b>	€ 63.825	€ 185.676	€ 249.502	579	1,3
<b>2B</b>	€ 221.123	€ 317.833	€ 538.957	579	2,9
<b>2C</b>	€ 295.070	€ 193.329	€ 488.399	579	2,6
<b>2D</b>	€ 599.543	€ 103.927	€ 703.470	579	3,8
<b>3</b>		€ 196.702	€ 196.702	952	1
<b>3A</b>	€ 95.533	€ 196.702	€ 292.235	952	1,5
<b>3B</b>	€ 252.731	€ 328.860	€ 581.591	952	3,0
<b>3C</b>	€ 167.836	€ 196.416	€ 364.252	952	1,9
<b>3D</b>	€ 449.746	€ 103.927	€ 553.673	952	2,8
<b>4</b>		€ 214.786	€ 214.786	933	1
<b>4A</b>	€ 149.164	€ 214.786	€ 363.949	933	1,7
4C	€ 221.467	€ 272.575	€ 494.042	933	2,3
*) Contante waarde over 100 jaar met 2,5% discontovoet en inclusief btw.					

Afbeelding 4.5: kosten per prototype volgens (uit Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a)

Een nieuwe verkenning van de literatuur geeft geen aanwijzing om de aanpak die door SWOV is geadviseerd in 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a) aan te passen. Wel zijn er aanscherpingen aan het stroomschema denkbaar voor de keuze van afscherming of obstakelvrij. Daarbij valt te denken aan situaties met een hoge dichtheid van obstakels binnen de obstakelvrije zone met een watergang op 13 meter. Een afschermingsconstructie is hier mogelijk een betere standaardoplossing. Hieronder doen we een eerste voorstel (bouwsteen) om hier vorm aan te geven. Dit voorstel is ten dele het resultaat van deze beoordeling, de inzichten in de effecten van maatregelen en de verdeling van dodelijke ongevallen op Rijkswegen maar ook ingegeven door de ervaringen van SWOV-medewerkers in projecten als ProMeV Light, ProMeV en de NSI (Aarts, Dijkstra & Bax, 2014; Bax et al., 2017; Wijlhuizen et al., 2017). Het is bedoeld als een conceptidee en kan mogelijk dienen als bouwsteen voor een aangepaste prioritering.

Het is mogelijk om naar een meer kwantitatieve beoordeling te gaan waarbij obstakelscores worden toegekend op basis van het soort obstakel en de afstand tot de rijbaan. De scores geven risico's weer en zijn onafhankelijk van de beoordeling van individuen zoals nu het geval is. De weging van de scores zijn gebaseerd op relaties uit de literatuur en ongevallen in Nederland.

Wij stellen een aanpak voor waarbij het wegennetwerk wordt ingedeeld in wegvakken van gelijke lengte (bijv. 1 of 2km) die vervolgens kunnen worden beoordeeld, geprioriteerd en uiteindelijk aangepakt. Daar gaat men uit van obstakels in de gevarenzone die zijn ingedeeld in risicoklassen (scores), hoe dichterbij des te hoger de prioriteit voor de sanering van risico's in de berm (conform de bevindingen in de literatuur). Bij een dergelijke aanpak wordt de (gevalideerde) obstakellijst gebruikt om deze indeling te maken, bijvoorbeeld obstakels binnen 6m, 6-10m, 10-13m en verder dan 13m. Obstakels binnen de 6m krijgen een weging van 4 en verder dan 13 een 1. Ook kan worden gekeken naar mengvormen, bijv. obstakels binnen 6 m plus een watergang op 13m. Deze situatie is ongunstiger dan enkel een obstakel binnen 6m vanwege het risico dat blijft bestaan bij een obstakelvrije zone met een obstakel als een watergang op 13m. Deze situaties vragen een hogere prioritering (score). Voor de prioritering kan de obstakeldichtheid worden gebruikt als meeteenheid, bijvoorbeeld obstakels per km. Het soort obstakel kan worden gewogen in een score, bijvoorbeeld bomen zijn oorzaak van relatief veel ernstige ongevallen (Davidse, Louwerse & Van Duijvenvoorde, 2020b) dus die krijgen een hogere weging dan bijvoorbeeld lichtmasten en verkeersborden (zie *Tabel 4.4*). Op deze manier kan er per kilometer worden uitgerekend wat de obstakelscore is en eventueel kan ook expositie worden gebruikt om de kans op ongevallen mee te laten wegen. De individuele scores worden gesommeerd over vaste lengte-eenheden en uitgedrukt als een dichtheid per lengte-eenheid. Lengte-eenheden met de hoogste scores krijgen de hoogste prioriteit; dit ondersteunt een puur proactieve aanpak.

*Tabel 4.4: Bouwstenen voor weging van scores (NOOT: Dit is een voorstel en moet worden besproken en afgestemd. Ook moet rekening worden gehouden bij de weging met aspecten als risico voor derden, bij. Parallelwegen)*

Object	Risicoscore A (1 = laag risico, 3 = hoog risico)	Objectafstand Score B				Totaal A x B
		< 6 m*	6-10 m	10-13 m	> 13 m	
Bomen	n.t.b.	4	3	2	1 (3)	
Portaal, pijlers, enz.	n.t.b.	4	3 (4)	2 (4)	1 (4)	
Foute beginpunten	n.t.b.	4	3	2	1	
Watergang	n.t.b.	4	3	3	3	
Talud	n.t.b.	4	3	2	2	
Parallelweg	n.t.b.	4	4	4	4	
Lichtmast/verkeersbord/ geluidsscherm	n.t.b.	4	3	2	1	

Een voor veiligheid optimale afweging tussen de keuze voor een obstakelvrije zone of afschermingsconstructie in algemene zin is op dit moment niet mogelijk. Wel zijn er situaties aanwijsbaar waar een afschermingsconstructie naar verwachting een veiliger eindsituatie oplevert dan een obstakelvrije zone. Dit betreffen situaties waarin buiten de obstakelvrije zone van 13m (dan wel de geldende norm voor de ontwerpsnelheid) obstakels aanwezig zijn als een watergang/greppel/talud/bos met een aanmerkelijk risico op een ernstige afloop bij een bermongeval op deze afstand. In het geval van hoge obstakeldichtheden binnen de obstakelvrije zone is het in die gevallen aan te bevelen te kiezen voor een afschermingsconstructie in plaats van het obstakelvrij maken van de berm.

Ook is vast te stellen dat een stijve-/rigide afschermingsconstructie niet vergevingsgezind is. In de afweging tussen een obstakelvrije zone en een afschermingsconstructie dient altijd voor een flexibele constructie te worden gekozen (wanneer het doel is de berm vergevingsgezind in te richten). Flexibiliteit is te vertalen als constructies met een grote werkende breedte en zo laag mogelijke ASI waardes. Een aantal aanbevelingen op dit punt zijn:

- Vast te houden aan en het benadrukken van de eis in de richtlijn van gebruik van afschermingsconstructies met zo laag mogelijke ASI-waardes in de verschillende fasen van uitbesteding tot en met uitvoering en onderhoud. Dit is een belangrijk aspect voor de uitvoering en contracten.
- Heroverwegen van het gebruik van kabelgeleiders in bermen langs rijkswegen (tenminste waar het grondtechnisch mogelijk is).
- Op zoek te gaan naar innovaties van stalen afschermingsconstructies in de markt die bij de gewenste kerende klasse een grotere werkende breedte hebben en lagere ASI-waarden.

Ook is uit de praktijk duidelijk geworden dat zich veel situaties voordoen waarin afschermingsconstructies niet vergevingsgezind zijn uitgevoerd, zoals beginpunten die niet zijn uitgebogen of te dicht op het af te schermen obstakel staan. Om de berm zo vergevingsgezind mogelijk vorm te geven is het van belang dat afschermingsconstructies in goede staat zijn en veilig zijn vormgegeven. Inspecties kunnen hierin een belangrijke rol spelen.

Starre oplossingen ten slotte dienen enkel in overweging genomen te worden wanneer risico voor letsel van derden hierom vragen en een flexibele constructie met het vereiste kerende vermogen niet mogelijk is.

SWOV is door RWS-WVL gevraagd om bouwstenen aan te dragen om tot een integrale afweging te komen voor een risicogestuurde aanpak onveilige situaties in de bermen. SWOV is van mening dat de hierboven beschreven aanpak voldoet aan deze wens en wil RWS adviseren om een dergelijk systeem te gaan ontwikkelen en te gaan toetsen.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk bespreken wij de hoofdconclusies gericht op de kern onderdelen van de beoordeling:

1. Een beoordeling van de aanpak en het proces (beoordeling inventarisatie en prioritering)
2. Een beschouwing van eventuele verbeterpunten voor prioritering (bouwstenen prioritering)

We sluiten af met een overall beschouwing met aanbevelingen richting een vervolgtraject voor RWS.

### 5.1 Beoordeling inventarisatie en prioritering

De belangrijkste conclusies die volgen uit de beoordeling van de prioriteringssysteematiek zijn:

1. RWS-WVL heeft aangegeven dat zij hebben getracht de regionale organisatieonderdelen zo goed mogelijk te ondersteunen door middel van een opdrachtbrief voorafgaand aan de inventarisatie en ook begeleiding en ondersteuning tijdens de inventarisatie. Desondanks wordt de aanpak onveilige bermen tijdens de interviews met de regio's als een 'lastig traject' omschreven maar de regio's geven ook aan dat de ondersteuning vanuit RWS voldoende was.
2. De regio's hebben volgens afspraak een lijst met gevaarlijke obstakels en beginpunten geïnventariseerd en opgeleverd. Voor de prioritering is in eerste instantie de risicomatrix toegepast. Achteraf gezien bleek deze niet geschikt om binnen de categorie onveilige bermlocaties (obstakel met groot/zeer groot risico) te prioriteren en liet deze volgens de regio te veel ruimte voor interpretatie. Om deze reden is de urgentietabel in het leven geroepen. Aangezien vervolgens bleek dat ook met de urgentietabel de risicoclassificatie niet goed verliep, heeft één persoon van RWS-WVL achteraf de classificaties van risico's van de geïnventariseerde obstakels nagelopen en gecorrigeerd. Het eindproduct van deze exercitie was de gevalideerde obstakellijst.
3. Hoewel de regionale organisatieonderdelen betrokken zijn geweest bij de totstandkoming van de aanpak van RWS-WVL bij de inventarisatie, is te concluderen dat er onduidelijkheden waren, en dat sommige regio's kritisch zijn, over de wijze waarop de geprioriteerde lijst van gevaarlijke situaties tot stand is gekomen.
4. De gevolgde werkwijze kan worden aangescherpt met minder ruimte voor interpretatie maar tegelijkertijd ook minder ruimte om buiten de procedures te werken. Dit geeft uiteindelijk meer consistentie en bewerkstelligt grotere uniformiteit in de prioritering. De aanpak onveilige bermen wordt als een 'lastig traject' omschreven. De verwachting was niet dat er zoveel kritische obstakels zou zijn. Doordat RWS de omvang mogelijk heeft onderschat, zijn regio's onder druk komen te staan om de inventarisatie volgens de afspraken af te ronden. Achteraf gezien waren de ambities om de inventarisatie intern door RWS te laten uitvoeren waarschijnlijk te hoog.
5. Een beknopt onderzoek waarin beoordelaars 105 locaties hebben gescoord volgens de voorgeschreven systematiek laat zien dat er weinig consistentie is tussen de beoordelaars wat

- betreft het identificeren van obstakels (beginpunten en andere), het vastleggen van obstakelafstanden, en van afstanden tussen beginpunten en obstakels. Hierdoor is er ook weinig consistentie in de prioritering. De kans is groot dat hetzelfde zich heeft voorgedaan bij de RWS-inventarisatie die in 2020 door dezelfde beoordelaars is uitgevoerd.
6. Voor de gevalideerde RWS-obstakellijst kan de geconstateerde inconsistentie implicaties hebben. Het is namelijk onzeker in welke mate obstakels zijn gemist en of de geïnventariseerde obstakels de maatgevende obstakels betreffen. Gelet op de waargenomen verschillen tussen de beoordelaars van de verschillende regio's betekent dit ook dat vragen gesteld kunnen worden over de vergelijkbaarheid van de data tussen de regio's.
  7. Arcadis heeft de betrouwbaarheid van de RWS-gevalideerde obstakellijst getoetst en laat zien dat 91% van de door RWS geïnventariseerde obstakels in de berm aanwezig is. De steekproef van Arcadis geeft niet aan of de maatgevende obstakels correct zijn vastgelegd/gekozen. Ook ontbreekt een beeld van de volledigheid van het RWS-bestand, omdat de steekproef enkel is uitgevoerd op locaties uit het RWS-bestand, dat wil zeggen op locaties waar RWS objecten/obstakels heeft vastgesteld. Een koppeling van het RWS-bestand aan de VIND-locaties waarvan de berminrichting als 'rood' is geclassificeerd kan een beter beeld van de volledigheid van het RWS-bestand geven.
  8. SWOV heeft ook het RWS-bestand vergeleken met VIND en constateert dat er weinig overlap bestaat tussen de beide bestanden voor wat betreft de aanwezigheid van een obstakel, het type obstakel, de afstand tot het obstakel, en de prioritering. Dit komt door verschillen in de omvang van het areaal aan wegen, wijze van obstakels definiëren en wijze van prioriteren. SWOV deelt de conclusie van Arcadis dat de bestanden dermate verschillend zijn dat ze eigenlijk niet vergeleken moeten worden. Echter, door andere koppelingen tussen de bestanden zijn aanvullingen mogelijk, bijvoorbeeld:
    - De VIND zou aangevuld kunnen worden met beginpunten die in de RWS-inventarisatie zijn vastgelegd; en
    - De VIND zou mogelijk gebruikt kunnen worden om na te gaan of de RWS-inventarisatie veel obstakels heeft gemist.
  9. De vergelijking tussen VIND en de RWS-dataset toont dat de inventarisatie van RWS een belangrijk aanvullend beeld ten aanzien van beginpunten van geleiderails heeft opgeleverd.
  10. SWOV is van mening dat de gevalideerde obstakellijst van RWS, ondanks de geconstateerde onnauwkeurigheden en onzekerheden, voldoende handvatten biedt voor het proces van prioritering en voor een aanpak voor de inrichting van vergevingsgezinde bermen. Het RWS-bestand bevat een omvangrijke lijst aan gevalideerde locaties met obstakels met een hoge urgentie volgens de urgentietabel, waaruit blijkt dat de bermveiligheid op die locaties onvoldoende is.

## 5.2 Bouwstenen voor een integrale afweging

SWOV is gevraagd om op basis van deze studie bouwstenen aan te dragen waarmee RWS tot een risicogestuurde aanpak onveilige situaties in de bermen kan komen. De belangrijkste hiervan zijn in het kort:

1. Het belang van bermveiligheid komt tot uitdrukking in de Nederlandse richtlijnen voor berminrichting. Het feit dat er zoveel foute beginpunten en obstakels in de bermen staan, met daardoor relatief veel dodelijke ongevallen, geeft aan dat deze in de praktijk echter niet goed worden nageleefd.
2. Een vergevingsgezinde berm kan worden vormgegeven met een obstakelvrije zone of met een flexibele afschermingsconstructies of met een combinatie van beide: een afschermingsconstructie op de rand van de obstakelvrijruimte. Een duidelijke voorkeur voor obstakelvrij of afscherming als standaardoplossing is niet aan te geven op basis van dit nieuwe onderzoek.

3. Nederland staat het gebruik van kabelgeleiders vanwege vermeende gevaren voor motorrijders niet toe, maar zou dit moeten heroverwegen in het licht van onderzoek uit Australië.
4. Volgens de Australische richtlijnen vormen kabelgeleiders de enige oplossing voor een flexibele afschermingsconstructie die past binnen de safe-systembenadering. RWS wordt aanbevolen te onderzoeken hoe de standaardoplossing die RWS implementeert zich verhoudt tot flexibele kabelgeleiders wat betreft ASI-waardes, werkende breedte, keringsvermogen en terugkaatsing.
5. RWS dient nader onderzoek te doen naar de (door)ontwikkeling en innovaties op het gebied van afschermingsconstructies die mogelijk op gelijk niveau zouden kunnen functioneren als kabelgeleiders. Kabelgeleiders zijn voornamelijk niet toegestaan in Nederland. Voorbeeld van een constructie die in ontwikkeling is en mogelijk in aanmerking komt is de zogeheten 'weak post guardrails', waarbij de rail wordt gemonteerd op zwakke palen met een zwakke verbinding die afbreekt bij aanrijding. Onderzoek hiernaar is gewenst.
6. De bermveiligheid zou ook verbeterd kunnen worden door het vervangen van oude afschermingsconstructies wanneer deze niet voldoen aan de huidige standaard van een zo laag mogelijke ASI-waarde. RWS dient te overwegen om vervanging integraal mee te nemen als onderdeel van de aanpak bermen.

De bovenstaande uitkomsten geven vrij duidelijk aan dat RWS haar werkprocessen aan zal moeten scherpen (minder ruimte laten voor interpretatie) om te zorgen voor betere consistentie en grotere uniformiteit in de prioritering. De kwaliteit van de vastgelegde data laat veel te wensen over en dit heeft direct invloed op de prioritering. Ondanks de beperkte overlap tussen de (gevalideerde) obstakellijst en VIND, is SWOV van mening dat de bestanden wel kunnen worden ingezet om het proces van prioritering en een aanpak voor de inrichting van vergevingsgezinde bermen te starten, omdat ze naar waarschijnlijkheid wel een voldoende beeld geven van de ernst van de situatie. Hoewel de bestanden eventuele fouten bevatten, kunnen ze tijdens het proces en na aanvang van een implementeringsprogramma systematisch worden verbeterd.

### 5.3 Discussie en aanbevelingen

Essentieel voor een risicogestuurde aanpak is een betrouwbare bron van basisinformatie. Daarvoor heeft RWS-WVL de obstakellijst laten maken en controleren. Op gebied van volledigheid, nauwkeurigheid en consistentie zijn hier nog stappen te zetten. Een belangrijke stap binnen de risicogestuurde aanpak van RWS is daarom vanzelfsprekend dit bestand op orde te krijgen. Daarmee gepaard gaat dat de huidige (RWS-WVL) werkwijze leidt tot uiteenlopende aanpakken waardoor de kwaliteit van de vastgelegde informatie en prioritering in het bestand niet optimaal zijn.

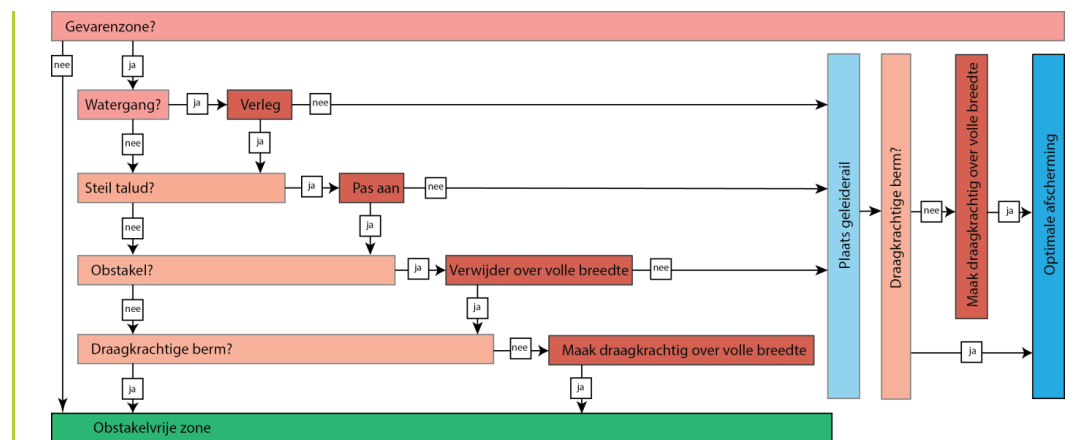
Ondanks de beperkte overlap tussen de obstakellijst en VIND, is SWOV van mening dat de RWS-obstakellijst is goed startpunt is bij een proces van prioritering en een aanpak voor de inrichting van vergevingsgezinde bermen te starten, omdat ze naar waarschijnlijkheid wel een voldoende beeld geven van de ernst van de situatie. Hoewel de bestanden eventuele fouten bevatten, kunnen ze tijdens het proces en na aanvang van een implementeringsprogramma systematisch worden verbeterd. Daarvoor adviseert SWOV een volledig onafhankelijke controle uit te voeren naar de compleetheid en nauwkeurigheid van het huidige bestand (zie hiervoor ook het SWOV-achtergrondrapport). Belangrijker dan het maken van een optimale prioritering van de aanpak van locaties in de tijd, is de sanering van onveilige bermen niet stil te laten vallen, maar continu door te blijven werken aan de sanering van onveilige bermen totdat alle bermen vergevingsgezend zijn ingericht.

De literatuurverkenning, en met name de vergelijking van richtlijnen, geven aan dat RWS hoge eisen stelt aan de berminrichting en -veiligheid. Daarom is SWOV van mening dat de urgentie-

tabel in zijn huidige vorm goed bruikbaar is voor prioritering van gevaarlijke obstakels in de berm. Echter, de urgentietabel prioriteert obstakels onafhankelijk van elkaar waardoor er een lange lijst ontstaat met obstakels en beginpunten die als urgent, risicovol of noodzakelijk zijn beoordeeld. Hierbij ontstaat dan direct de vraag, waar te beginnen?

Een eerste overweging is obstakelvrij versus afscherming en omdat er nog steeds niet kan worden aangetoond dat de een beter is dan de ander, hanteren wij de aanbevelingen uit ons rapport uit 2017 (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a) over de inrichting van vergevingsgezinde bermen (Afbeelding 5.1). Wel is duidelijk dat voor het gebruik van afschermingsconstructies alleen flexibele afschermingsconstructies geschikt zijn en dat deze buiten de vluchtzone moeten worden geplaatst. Starre constructies (zoals veel betonnen varianten) hebben een hoog risico op een ernstige afloop ten opzichte van flexibele constructies en zijn dus niet vergevingsgezind. Een vergevingsgezinde berm met een ruime obstakelvrije zone is naar verwachting nog veiliger te maken door aan de rand van de obstakelvrije zone een geleiderail te plaatsen.

Afbeelding 5.1. Stroomschema inrichting vergevingsgezinde bermen (Van Petegem, Louwerse & Commandeur, 2017a)



SWOV adviseert dat RWS-WVL een aangepaste prioriteringssysteem ontwikkelt waarbij het wegennetwerk wordt ingedeeld in wegvakken van gelijke lengte (bijv. 1 of 2 km). De beoordeling van de wegvakken wordt uitgevoerd aan de hand van de data in de huidige gevalideerde obstakellijst (of desnoods de VIND), na de eerder genoemde onafhankelijke controle. Met deze data kunnen wegvakken worden beoordeeld, geprioriteerd en uiteindelijk aangepakt.

Met deze aanpak worden obstakels in de gevaarzone ingedeeld in risicoklassen, hoe dicht bij de rijbaan hoe noodzakelijker het is om mitigerende maatregelen te treffen. Bij een dergelijke aanpak wordt de gevalideerde obstakellijst gebruikt om deze indeling te maken, bijvoorbeeld obstakels binnen 6 m, 6-10 m, 10-13 m en verder dan 13 m. Obstakels binnen de 6 m krijgen een weging van bijvoorbeeld 4 en verder dan 13 m, een 1. Ook kan worden gekeken naar mengvormen, bijvoorbeeld obstakels binnen 6 m plus een watergang op 13 m; deze situatie is ongunstiger dan enkel een obstakel binnen 6 m en verdient dus ook een hoge prioritering. Voor de prioritering is ook aan te bevelen de obstakeldichtheid te gebruiken als meeteenheid, bijvoorbeeld obstakels per km. Het soort obstakel kan worden gewogen in een score, bijvoorbeeld bomen zijn oorzaak van relatief veel ernstige ongevallen dus die krijgen een hogere weging dan bijvoorbeeld lichtmasten en verkeersborden. Op deze manier kan er per kilometer worden uitgerekend wat de obstakelscore is en eventueel kan ook expositie worden gebruikt om de kans op ongevallen mee te laten wegen.

Om kosten in de prioritering mee te kunnen nemen wordt aanbevolen om in eerste instantie een geclassificeerde inschatting te maken samen met GPO (bijvoorbeeld laag, middel, hoog). Een gedetailleerde inschatting van kosten per object per locatie lijkt op dit moment niet realistisch, vooral gegeven de werkdruk bij de regionale organisatieonderdelen.



## Literatuur

- Aarts, L., Dijkstra, A. & Bax, C. (2014). *ProMeV: Proactief Meten van Verkeersveiligheid: Inzicht in onveiligheid vóóordat er slachtoffers vallen*. R-2014-10. SWOV, Den Haag.
- AASHTO (2001). *A policy on geometric design of highways and streets*. Fourth edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.
- Arcadis (2021). *Memo: Toelichting lijst obstakels in de berm*. Arcadis, Amersfoort.
- Bax, C., Eenink, R., Commandeur, J. & Loenis, B. (2017). *ProMeV Light : Een invulling van risicogestuurde aanpak van weginfrastructuur*. R-2017-7. SWOV, Den Haag.
- Burbridge, A. & Troutbeck, R. (2016). *Decomartmentalising road safety barrier stiffness in the context of vehicle occupant risk*. In: Journal of the Australasian College of Road Safety, vol. 28, nr. 1, p. 11-19.
- Cardoso, J., Roque, C., Connell, T., Hall, G., et al. (2018). *Provision of Guidelines for Road Side Safety (PROGReSS) – Road side safety elements, state of the art report. WP1 Tech Review*. CEDR, Brussels.
- Carrigan, C.E. & Ray, M.H. (2019). *Modeling the maximum lateral extent of encroachment and probability of passenger-vehicle rollover on slopes*. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2673, nr. 1, p. 173-181.
- Connell, T., Hall, G. & Erginbas, C. (2019). *Provision of Guidelines for Roadside Safety (PROGReSS) – Roadside safety elements, state of the art report. WP2 Road Authority Review: Roadside Design and Operations*. CEDR, Brussels.
- 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., Louwerse, W.J.R. & Duijvenvoorde, K. van (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., Louwerse, W.J.R. & Duijvenvoorde, K. van (2020b). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2019. Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2020-29. SWOV, Den Haag.

Elvik, R., Høy, E., Vaa, T. & Sørensen, M. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Second edition. Emerald Publishing, Bingley, UK.

ERF (2015). *Road Safety and Road Restraint Systems: A Flexible and Cost-Effective Solution*. European Union Road federation ERF.

Erginbas, C., Tanzi, N., Williams, G. & Amato, G. (2014). *SAVeRS : Defining the different parameters which can influence the need and selection of VRS*. Deliverable 1.1 of the SAVeRS project.

Fitness, A. & Papadimitriou, E. (eds.) (2016). *Identification of infrastructure related risk factors*. Deliverable 5.1 of the H2020 project SafetyCube. SafetyCube consortium/Loughborough University, Brussels.

Hutchinson, J.W. & Kennedy, T.W. (1966). *Medians of divided highways-frequency and nature of vehicle encroachment*. Bulletin nr. 487. University of Illinois, Engineering Experiment Station, Urbana, Illinois.

Jurewicz, C., Tofler, S. & Makwasha, T. (2015). *Improving the performance of safe system infrastructure; Final report*. Austroads Research Report AP-R498-15. Austroads, Sydney, New South Wales.

Meisel, L. (2019). *Safe connection between different safety barriers*. In: 26th World Road Congress, 6-10 October 2019, Abu Dhabi, United Arab Emirates. 11 p.

Petegem, J.W.H. van, Louwse, W.J.R. & Commandeur, J.J.F. (2017a). *Berminrichting langs autosnelwegen. Literatuurstudie en advies voor vergevingsgezinde berm*. R-2017-16A. SWOV, Den Haag.

Petegem, J.H. van, Louwse, R. & Commandeur, J. (2017b). *Veilige berm langs autosnelwegen: obstakelvrije zone, geleiderails of beide*. R-2017-16. SWOV, Den Haag.

Rijkswaterstaat (2017a). *Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen 2017. ROA2017*. Rijkswaterstaat.

Rijkswaterstaat (2017b). *Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen; Veilige Inrichting van Bermen. ROA-VIB*. Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud.

Rijkswaterstaat-WVL (2020). *Kader Verkeersveiligheid – Kader voor het borgen van verkeersveiligheid in aanleg- en onderhoudsprojecten en het beheer van Rijkswegen; Deel A: Hoofddocument*. Versie 3.0. RWS Water Verkeer en Leefomgeving, Afdeling Verkeersveiligheid en Veiligheidsmanagement, Rijswijk.

Sheikh, N.M., Bligh, R.P., Cakalli, S. & Miaou, S.-P. (2019). *Guidelines for Traversability of Roadside Slopes*. NCHRP Research Report 911. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board. The National Academies Press, Washington D.C.

Troutbeck, R. (2020a). *Background to the development of the 2020 edition of Guide to Road Design Part 6*. Austroads Research Report AP-R628-20. Austroads, Sydney, New South Wales.

Troutbeck, R. (2020b). *Guide to Road Design Part 6: Roadside design, safety and barriers*. Publication AGRD06-2.0. Austroads, Sydney, New South Wales.

United Nations (2008). *European Agreement on Main International Traffic Arteries (AGR)*. ECE/TRANS/SC.1/384. Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, Economic and Social Council, United Nations, Geneva. .

Wijlhuizen, G.J., Petegem, J.H.W. van, Bruin, J. de, Commandeur, J.J.F., et al. (2017). *Ontwikkeling Netwerk Safety Index (NSI) Gemeente Amsterdam*. R-2017-10. SWOV, Den Haag.

## Bijlage A Resultaten interviews per regio

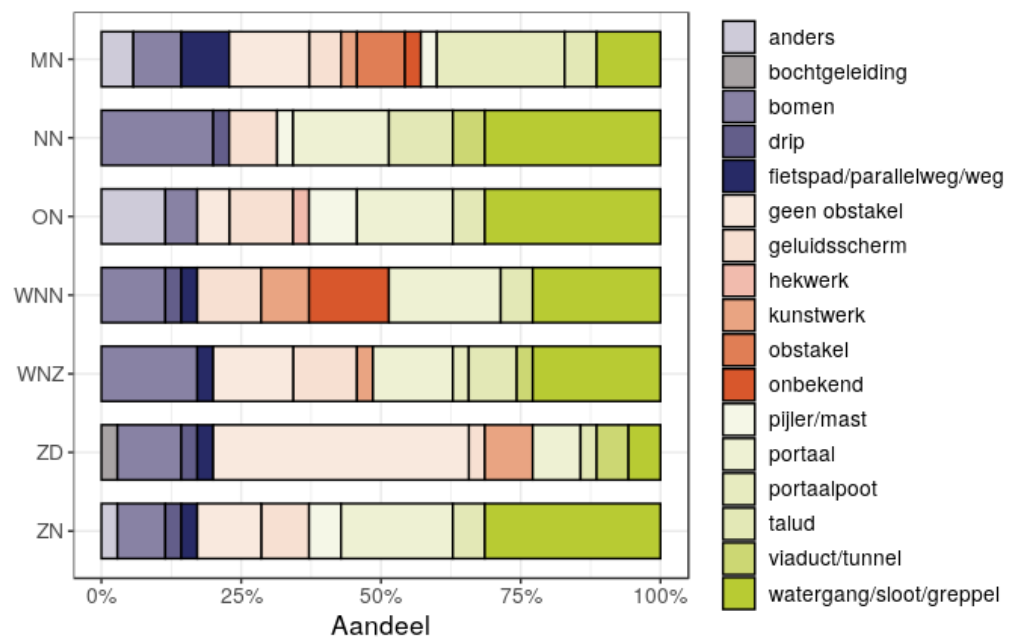
Regio	Opmerkingen per regio
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Overdreven om alles zo grootschalig aan te pakken. Het had minder gekund. Het voelt als een paniecreactie om heel ons areaal aan te pakken nav de Kamervragen.</li> <li>&gt; Kwaliteit van kennis/kunde van de medewerker kan een verklaring zijn voor de verschillen tussen regio's.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; De urgentietabel kwam later naar voren en dat heeft ons extra werk gekost.</li> <li>&gt; Onderscheid tussen rechtstand en boog zou prettig zijn (Risicomatrix Verkeersveiligheid).</li> <li>&gt; Tijdrovend proces door gebrek aan duidelijke afspraken.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Onduidelijkheid in kwantitatieve data van RWS. Bijv. zijn lichtmasten /bewegwijzering wel of niet botsvriendelijk en neem je ze wel of niet mee in de inventarisatie?</li> <li>&gt; Er had een landelijke inventarisatie plaats moeten vinden. Hiermee krijg je een uniforme aanpak en had je veel efficiënter kunnen werken.</li> </ul> <p>Algemene noot: Er wordt verschillend (per regio) omgegaan met het benoemen van maatregelen om onveilige situaties op te lossen. Hierin wordt door veel regio's afgeweken van de richtlijn VIB. In de richtlijn staat duidelijk dat objecten in eerste instantie verwijderd moeten worden en als dat niet haalbaar is dan worden ze afgeschermd. Hierbij is de laatste maatregel de makkelijke weg voor realisatie waarbij een veiligheidsrisico overblijft.</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; De theorie is uniform en eenduidig toe te passen, alleen in de praktijk spelen andere factoren een belangrijke rol (locatie, bekende ongevallen, situatie, type object, RAMS).</li> <li>&gt; Vooraf meer duidelijkheid over welke informatie achteraf bekend moet zijn. Aan andere kant hadden we dan misschien nu nog moeten starten. Dus voor beide valt iets te zeggen.</li> <li>&gt; De beginpunten uit tranche 1 waren lang niet altijd de beginpunten met hoogste urgentie. Hier hadden we veelal ook kunnen wachten op uitkomst inventarisatie en dan pas besluit.</li> <li>&gt; Slagvaardigheid. De locaties zijn nu bekend, waarbij de regio in beeld heeft welke risico's er zijn, maar nu kunnen we vervolgens niet overgaan tot herstel doordat het budget ontbreekt.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Het was prettig om een landelijk team te hebben die ervoor heeft gezorgd dat de neuzen dezelfde kant op staan. We hebben tijd gekregen om zaken goed uit te zetten. Ook was er financieel voldoende ruimte.</li> <li>&gt; Huidige richtlijnen zijn niet sluitend, hoe is het mogelijk dat de aantallen per regio zo verschillen? ON heeft bijv. 10000 obstakels en ZN heeft 4000 obstakels.</li> <li>&gt; Het had sneller en slimmer gekund. Het was een arbeidsintensief proces want je hebt tijd en collega's nodig.</li> <li>&gt; Wij vinden het een slechte zaak dat GPO &amp; WVW bepaald hebben wat urgent is per regio (opdracht 300 locaties). Dit mag wel verder onderzocht worden.</li> <li>&gt; Door tijdsdruk heeft de productie bij regio en opdrachtnemer onder druk gestaan wat wellicht kostenverhogend heeft gewerkt.</li> <li>&gt; Een digitaal systeem om te archiveren was beter geweest. Nu heb je meer kans dat data verloren gaat. Een goed registratiesysteem houdt ook wijzigingen bij.</li> <li>&gt; Door de later aangeleverde urgentietabel, hebben we dubbel werk moeten verrichten.</li> <li>&gt; Als regio zou het fijn zijn als we financieel geholpen worden om bepaalde zaken uit te kunnen besteden. In de huidige afspraken hebben we als regio geen mogelijkheden binnen B&amp;O-budget om nieuwbouw te plegen.</li> <li>&gt; Uiteindelijk hebben we nog steeds een slecht beeld van de inventarisatie en zijn collega's gefrustreerd over het traject.</li> </ul>

Regio	Opmerkingen per regio
6	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Het project was rommelig door de tijdsdruk en uitbreiding van de scope.</li><li>&gt; Onstabiele risicomatrix: op gevoel moeten beoordelen kan niet de bedoeling zijn.</li><li>&gt; Wij hebben een onwelwillende SLU &amp; PPO.</li><li>&gt; Mocht er vandaag een geleideconstructie met foutief beginpunt aangereden worden, dan zit er volgende week weer het exact zelfde foutief beginpunt.</li></ul>
7	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Het is een goed initiatief maar we hadden er eerder mee kunnen beginnen.</li><li>&gt; Afstanden opmeten in StreetSmart is onnauwkeurig.</li><li>&gt; Specifieke onderdelen hebben lokale kennis nodig. Op een hotspot (waar veel ongelukken gebeuren) hoeft bijv. niet altijd een geleiderail geplaatst te worden.</li></ul>

## Bijlage B Voorbeelden van bermbeoordelingen

### Type obstakel

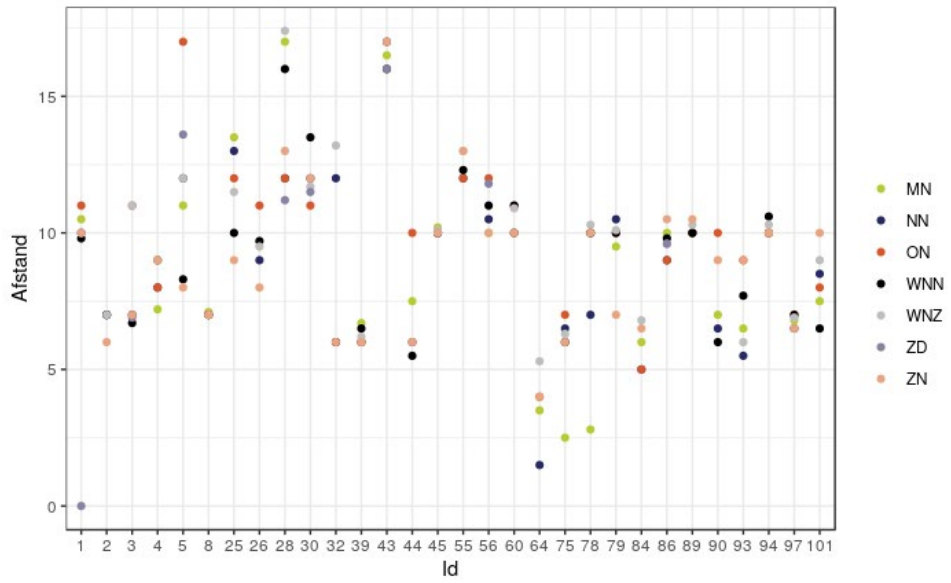
Afbeelding B.1 geeft een overzicht van hoe vaak elke regio de verschillende categorieën obstakels hebben genoemd voor de 105 wegsituaties die elk van de regio's heeft beoordeeld. Hierbij is een restcategorie gebruikt (anders) voor weinig genoemde obstakels. Te zien valt dat de verdeling van de genoemde obstakels sterk varieert tussen regio's.



Afbeelding B.1. Verdeling van de genoemde categorieën van obstakels door de verschillende regio's.

### Afstand tot het obstakel

Afbeelding B.2 geeft een overzicht van de gerapporteerde afstanden tot het obstakel door de verschillende regio's. In deze afbeelding stelt elk bolletje een gerapporteerde afstand voor. Zo hebben er bijvoorbeeld voor wegsituatie 1 (Id = 1) vijf regio's een afstand ingevuld. Regio ZD heeft hierbij een waarde gelijk aan 0 ingevuld, en de andere vier regio's een waarde rond de 10 meter. Deze afbeelding laat daarmee zien dat er voor sommige wegsituaties (Id, op de horizontale as) weinig is spreiding (bijvoorbeeld Id = 43), en voor andere wegsituaties een grote spreiding (bijvoorbeeld Id = 5).



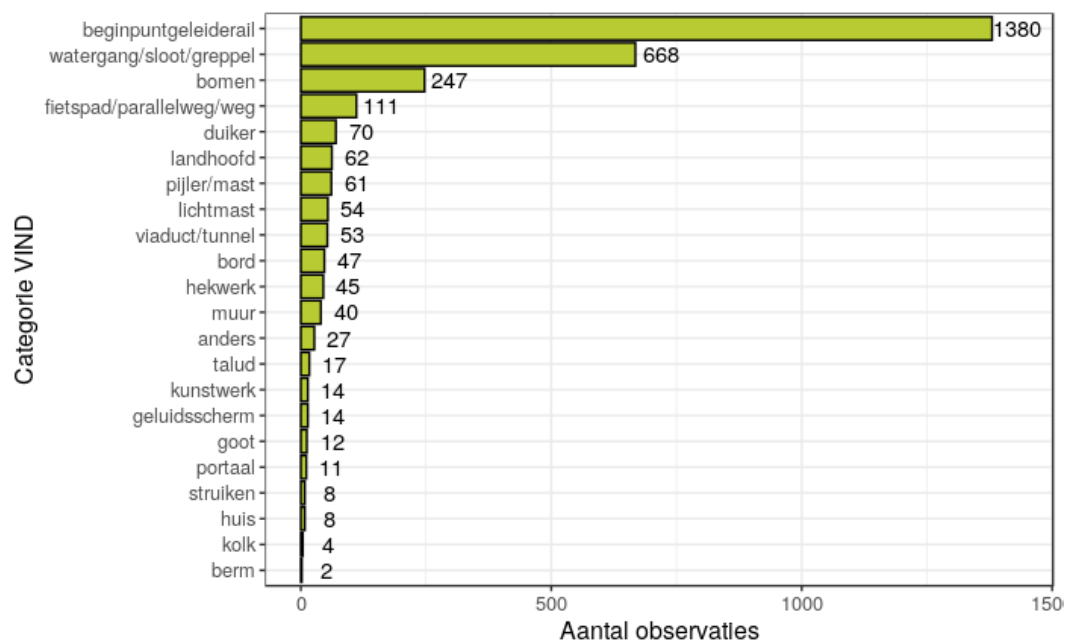
Afbeelding B.2. Verdeling van de gerapporteerde afstanden tot het obstakel voor de wegsituaties met tenminste 70% antwoorden.



## Bijlage C Analyse van Arcadis-gegevens

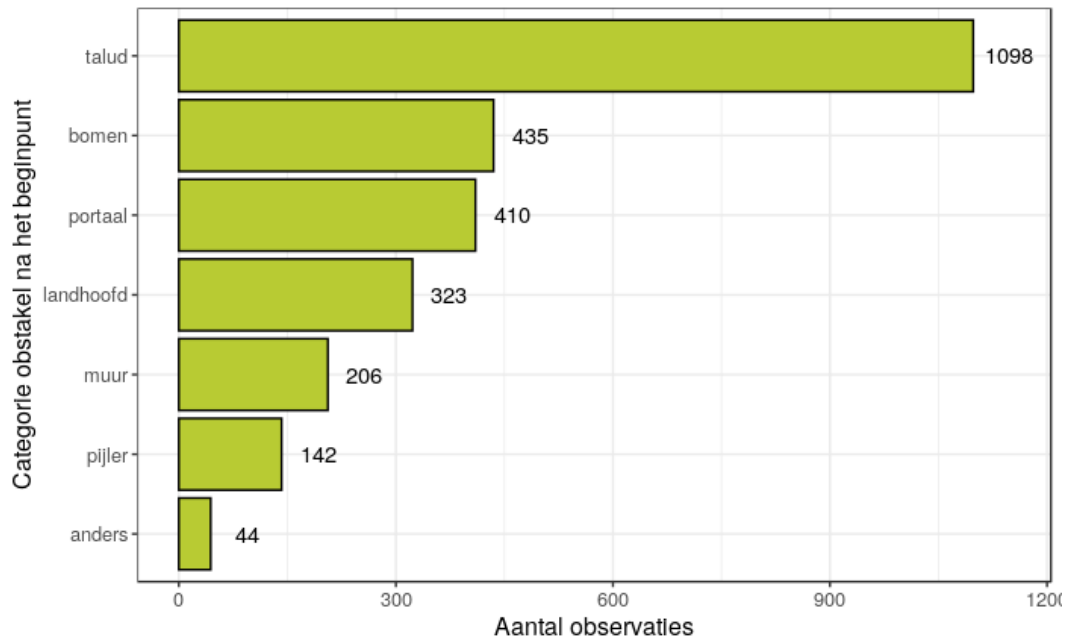
Dit deel van de bijlage geeft een verder beeld van de analyse van de gegevens aangeleverd door Arcadis, deels om de door Arcadis geleverde analyse te reproduceren en deels een aanvullende analyse van de overlap tussen de regio's en VIND. De belangrijkste resultaten zijn reeds weergegeven in de hoofdtekst, en de tekst hieronder zal daarom ingaan op aanvullende observaties.

In de hoofdtekst zagen we reeds een overzicht van de bij de regio's waargenomen obstakeltypes. *Afbeelding C.1* vult deze aan met de door VIND gebruikte obstakeltypes. Merk op dat hier enkele categorieën voorkomen die niet bij de regio's werden gevonden, zoals 'duiker', 'muur' en 'kolk'.



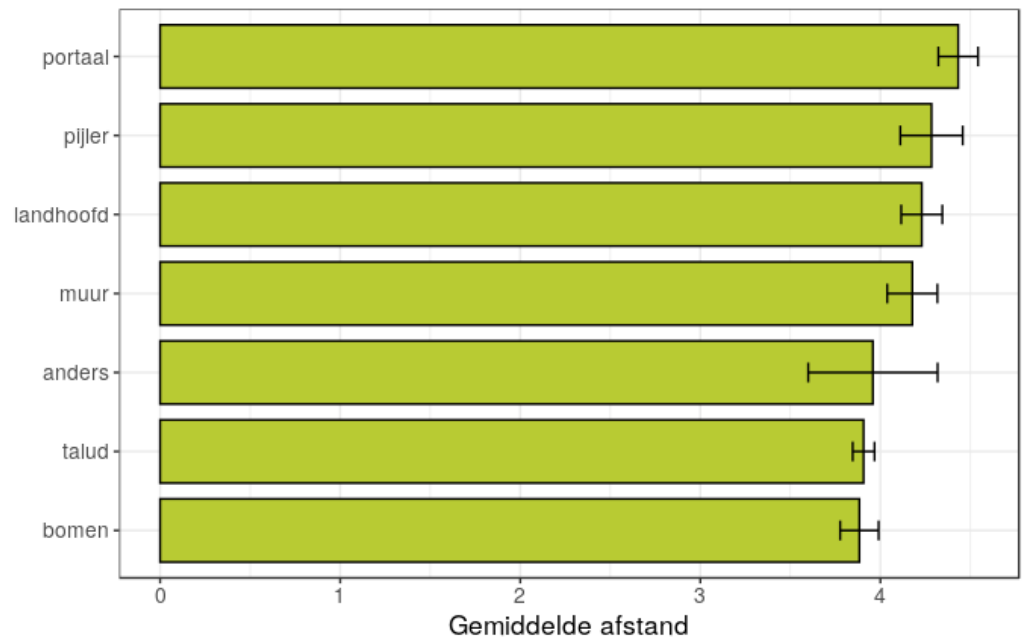
*Afbeelding C.1* Verdeling van het obstakeltype (VIND)

Wanneer de regio's een geleiderail noemen, dan geven ze vaak ook een obstakel achter de geleiderail aan. *Afbeelding C.2* toont hoe vaak elk van deze objecten voorkomt, waarbij we gebruik maken van de categorieën ook gebruikt door Arcadis. Terwijl de exacte aantallen niet altijd exact overeenkomen, komen we hierbij op dezelfde verdeling uit als Arcadis.



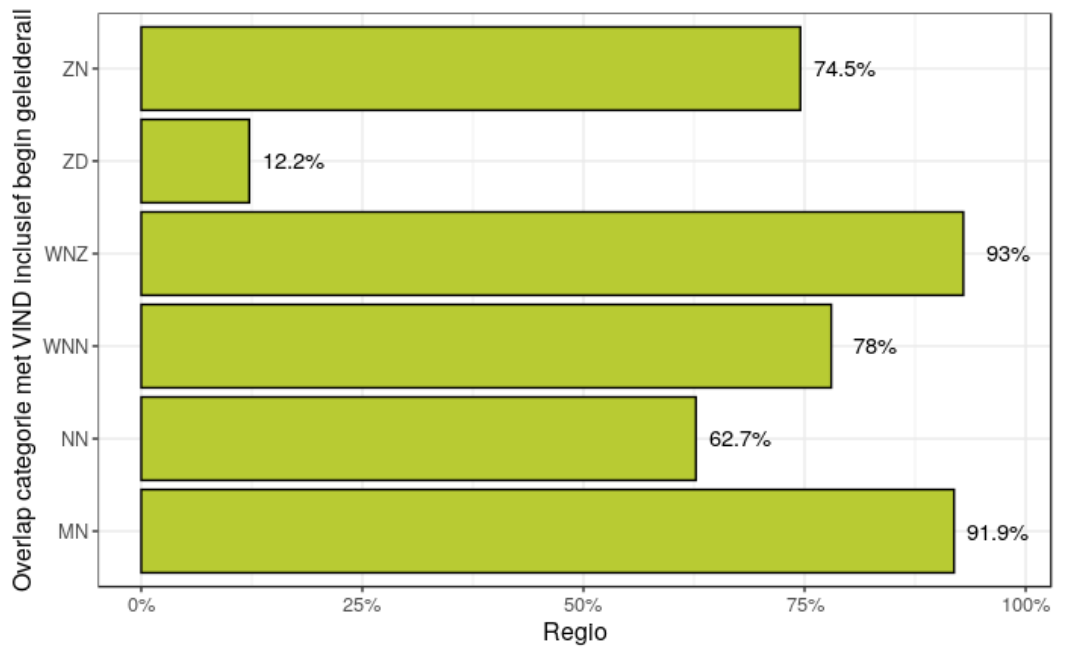
Afbeelding C.2. Categorie obstakel na een beginpunt

Van deze obstakels kunnen we vervolgens de afstand tot de geleiderail bepalen (Afbeelding C.3). Dit laat zien dat de meeste objecten achter de geleiderail op ongeveer 4 meter staan. Met name voor de overige categorie ('anders') vinden we variatie in deze afstand.

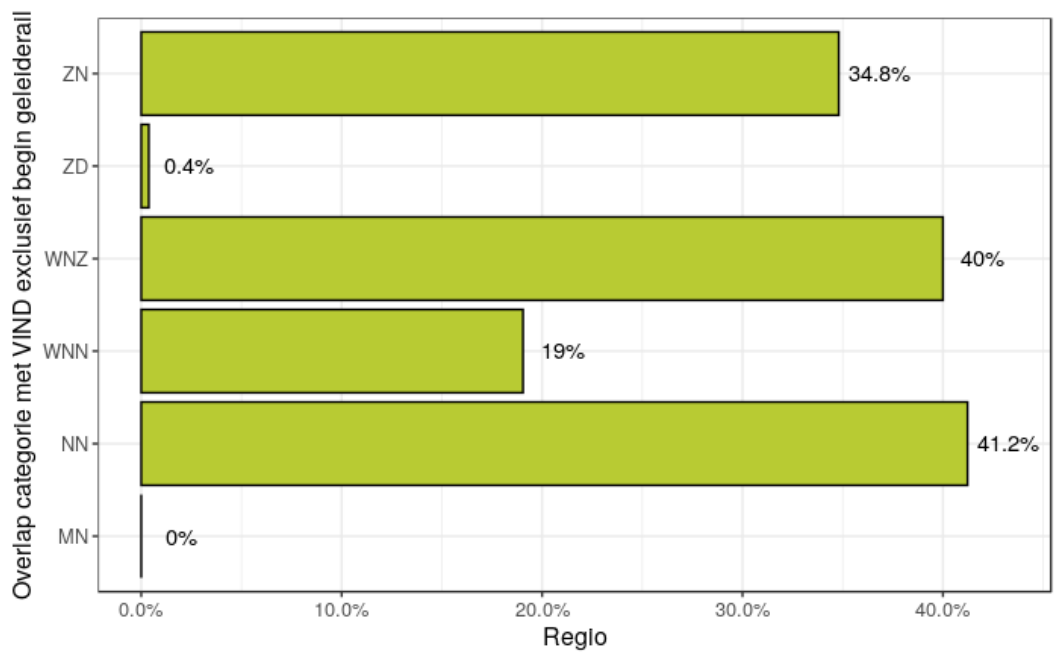


Afbeelding C.3. Gemiddelde afstand tot het obstakel achter het beginpunt. De foutenbalken geven de standaardfout weer.

Met de naar categorieën omgezette obstakeltypes kunnen we de antwoorden van de regio's met VIND vergelijken. In de hoofdtekst hebben we hiervoor gebruik gemaakt van Krippendorff's alfa, welke rekening houdt met het aantal verschillende antwoord categorieën. Afbeeldingen C.4 en C.5 bevestigen het beeld van Krippendorff's alfa met een redelijke mate van overlap als de geleiderail wordt meegenomen, maar een beduidend lagere overlap zonder deze geleiderail.

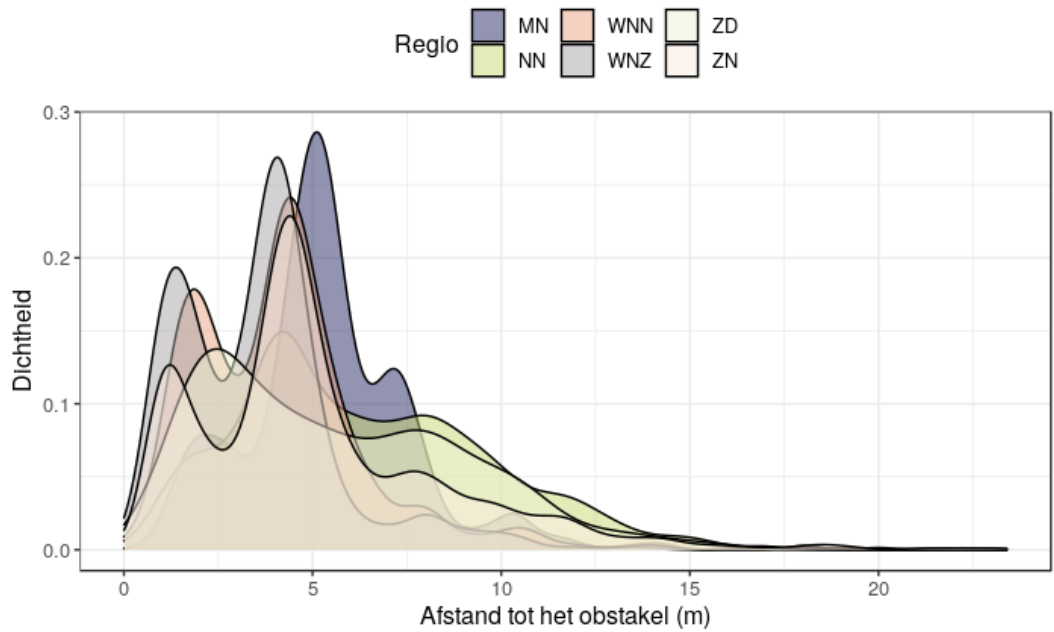


Afbeelding C.4. Overeenstemming regio's en VIND, inclusief beginpunt geleiderail.



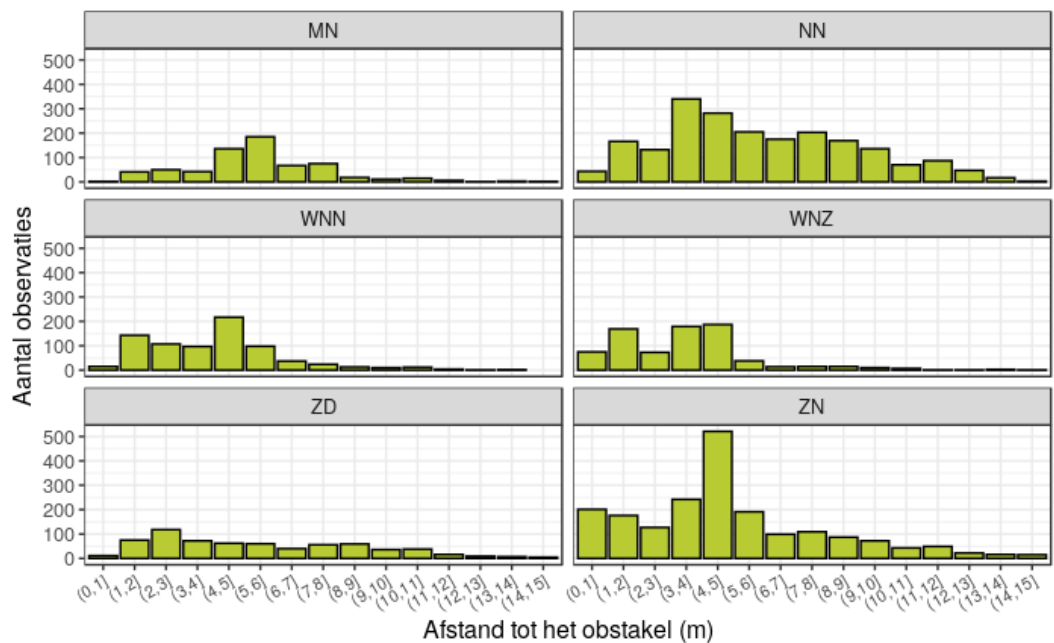
Afbeelding C.5. Overeenstemming regio's en VIND, exclusief beginpunt geleiderail.

Arcadis heeft ook een analyse uitgevoerd van de afstanden tot het obstakel. Afbeelding C.6 vergelijkt de regio's op deze afstanden en laat zien dat de meeste obstakels op minder dan 8m staan, met een piek op 5m.



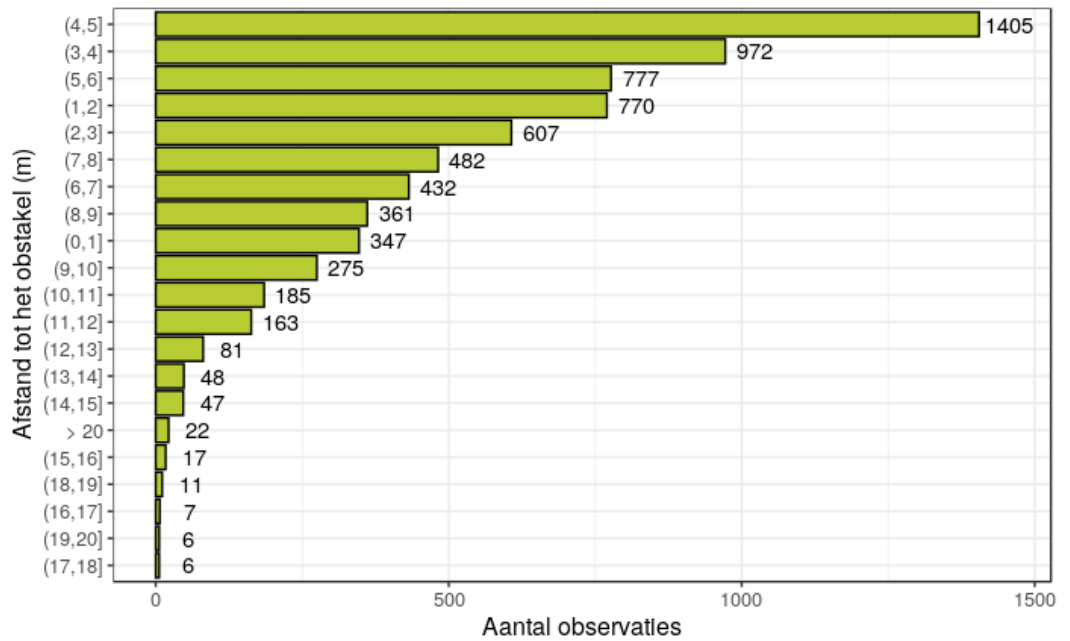
Afbeelding C.6. Verdeling van de door de regio's ingevoerde afstand tot het obstakel.

Afbeelding C.7 deelt deze afstanden in intervallen van 1 meter. Ook hier valt te zien dat afstanden rond de 5m vaker voorkomen.



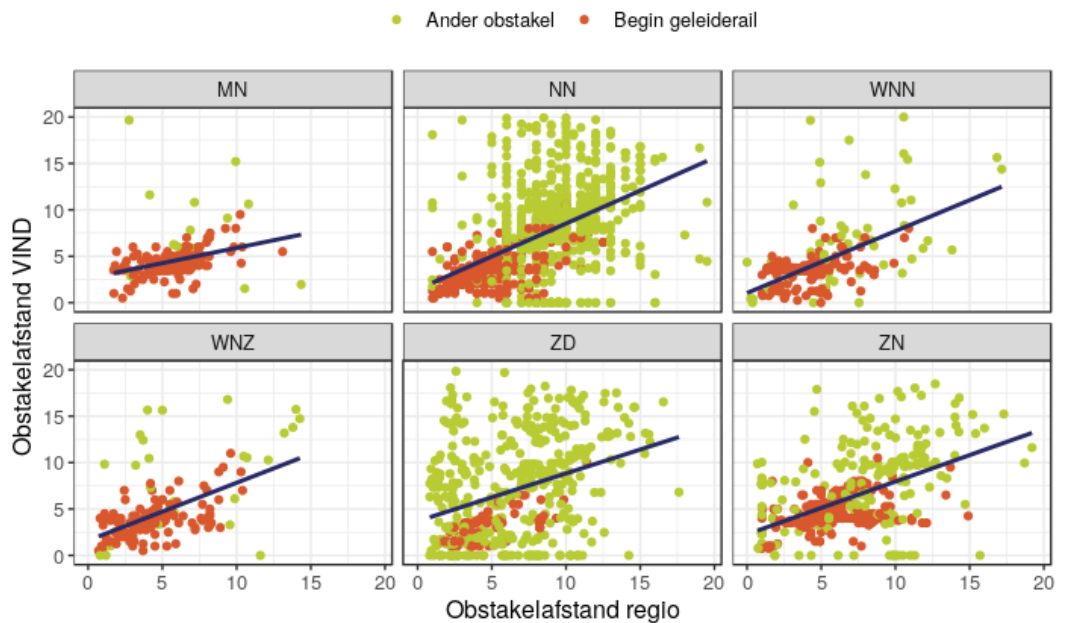
Afbeelding C.7. Verdeling van afstanden opgedeeld in meters (tot 15 m).

Dit wordt verder bevestigd als alle afstanden ingevoerd door de regio's samen worden genomen (Afbeelding C.8).



Afbeelding C.8. Afstand tot obstakel voor alle regio's samen.

Er is enige mate van overlap tussen de afstanden ingevoerd door de regio's en VIND, zoals aangegeven in *Afbeelding C.9* en *Tabellen C.1* en *C.2*. Terwijl de correlatie vaak significant is, is er ook sprake van een redelijk grote spreiding in de waarden.



Afbeelding C.9. Relatie tussen de door de regio's ingevulde afstand tot het obstakel en de VIND afstand voor situaties met en zonder geleiderail. Enkele afstanden groter dan 20 zijn weggelaten uit deze afbeelding.

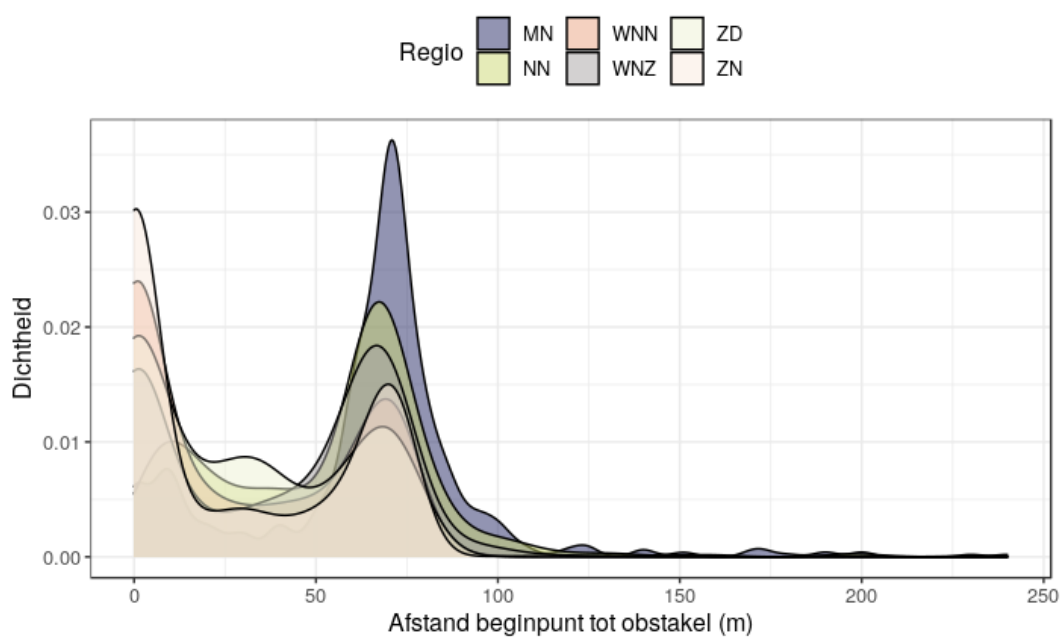
Tabel C.1. Correlatie tussen afstand van regio's en VIND afstand, inclusief scenario's met geleiderail.

Regio	Correlatie	p-waarde
WNN	0,56	$p < 0,001$
NN	0,52	$p < 0,001$
WNZ	0,55	$p < 0,001$
ZN	0,54	$p < 0,001$
ZD	0,35	$p < 0,001$
MN	0,32	$p < 0,001$

Tabel C.2. Correlaties tussen de obstakelafstand van de regio's en in VIND, exclusief situaties met geleiderail

Regio	Correlatie	p-waarde
WNN	0,50	$p < 0,001$
WNN	0,38	0,0579
ZN	0,46	$p < 0,001$
ZD	0,30	$p < 0,001$
NN	0,23	$p < 0,001$
MN	-0,33	0,2723

Naast de afstand tot het obstakel is ook de afstand van het beginpunt van de geleiderail tot aan het obstakelaangegeven (daar waar relevant). *Afbeelding C.10* laat zien dat deze afstand vaak tussen de 50 en 100 ligt, maar ook lagere waarden aan kan nemen (ook wordt vaak de waarde 0 gebruikt).



Afbeelding C.10. Verdelingen van de ingegeven afstand tussen het beginpunt tot het obstakel.

Er gelden grenswaarden voor deze afstanden. *Tabel C.3* toont hoe vaak deze grenswaarden worden bereikt bij de verschillende regio's. Met name WNN en ZN geven vaak een waarde van 0. Waarden van boven de 76m worden weinig gevonden.

*Tabel C.3. Aantallen afstanden beginpunt tot obstakel*

Regio	0m	(0,50]	(50,76]	> 76m
MN	24	105	335	155
NN	13	389	492	137
WNN	250	182	218	5
WNZ	172	177	316	30
ZD	80	94	75	1
ZN	499	454	476	6



## Bijlage D Urgentie per type obstakel en afstand

Doordat VIND en de regio's een andere schaal lijken te hebben gebruikt voor de prioritering kunnen we geen mate van overeenstemming tussen deze prioritering bepalen. Wel kijken we hier naar de consistentie in het gebruik van de verschillende categorieën door de verschillende regio's. *Tabel D.1* geeft een overzicht van hoe vaak elke regio de prioritering urgent, noodzakelijk en risicovol heeft gegeven voor beginpunten van geleiderails. Een grote variatie wordt hierbij gevonden: Regio MN geeft bijvoorbeeld 14% van de beginpunten van geleiderails de urgente prioriteit, terwijl regio WNN 53% van de beginpunten de urgente prioriteit geeft. Merk op dat geen observaties gelijk aan 'voldoet aan de richtlijn' worden gevonden voor het beginpunt van de geleiderail. In principe zou 'voldoen aan de richtlijn' ook niet in het bestand moeten voorkomen en deze kwalificatie geeft aan dat deze punten eigenlijk onterecht in het bestand terecht zijn gekomen.

Omdat in deze dataset niet alle regio's dezelfde wegsituaties hebben beoordeeld, kan in deze analyse niet worden uitgesloten dat verschillen ontstaan door verschillen in beoordeelde wegsituaties. Echter, de aantallen beoordeelde wegsituaties zijn groot. Mochten de wegsituaties min of meer willekeurig over de regio's zijn verdeeld, dan kan door de grote aantallen verwacht worden dat gemiddelden niet al te veel verschillen.

*Tabel D.1. Aandeel urgentieresponses per regio voor beginpunt geleiderail*

Regio	Noodzakelijk	Risicovol	Urgent
MN	47,0%	38,6%	14,4%
NN	25,9%	37,8%	36,3%
WNN	27,2%	19,5%	53,3%
WNZ	28,8%	33,0%	38,2%
ZD	30,7%	20,7%	48,6%
ZN	31,3%	22,4%	46,3%

*Tabel D.2* geeft een overzicht van de prioritering van andere obstakels dan het beginpunt van de geleiderail. Ook hier worden variaties tussen regio's gevonden. Zo geeft WNN aan dat 6% van de obstakelsituaties aan de richtlijn voldoet, terwijl ZD 32% van de obstakelsituaties volgens de richtlijn beoordeelt.

*Tabel D.2. Aandeel urgentieresponses per regio voor alle andere obstakels*

Regio	Noodzakelijk	Risicovol	Urgent	Voldoet aan richtlijn
MN	18,9%	16,2%	43,2%	21,6%
NN	18,2%	39,6%	37,3%	4,9%
WNN	10,2%	20,5%	63,6%	5,7%
WNZ	20,6%	17,6%	50%	11,8%
ZD	10,4%	20,3%	37,2%	32,0%
ZN	14,4%	20%	52,1%	13,6%

*Tabel D.3* gaat na of er verschillen bestaan in de prioritering van de verschillende types obstakels. We nemen hier de beoordelingen van de regio's samen om zo tot zo groot mogelijke aantallen

voor elke categorie te komen. We zien bijvoorbeeld dat beginpunten van geleiderails nooit als voldoende worden beoordeeld. Ook hekwerken en viaducten of tunnels leiden altijd tot een prioritering. Types van obstakels die relatief vaak als urgent worden aangeduid zijn onder meer 'drip' (100%), fietspad/parallelweg/weg (77,8%), tegenligger (78,8%) en berm (71%).

Tabel D.3. Aandeel urgentieresponses per categorie obstakel. De percentages binnen elke rij zijn zo bepaald dat ze optellen tot 100%. De laatste kolom geeft het aantal wegsituaties aan waarop de percentages zijn gebaseerd.

cat	Noodzakelijk	Risicovol	Urgent	Voldoet aan richtlijn	Aantal wegsituaties
anders	23,5%	30,3%	36,5%	9,7%	277
beginpuntgeleiderail	31%	29%	40%	0%	4776
berm	6,5%	16,1%	71%	6,5%	31
bomen	16,2%	22,6%	55,5%	5,8%	452
drip	0%	0%	100%	0%	1
faunaraaster	10,5%	66,3%	20,9%	2,3%	86
fietspad/parallelweg/weg	4,4%	6,7%	77,8%	11,1%	45
geluidsscherm	11,1%	47,2%	27,8%	13,9%	36
hekwerk	50%	50%	0%	0%	2
kunstwerk	9,9%	15,5%	54%	20,5%	161
landhoofd	0%	60%	20%	20%	5
obstakel	11,6%	23,2%	44,9%	20,3%	276
pijler/mast	10%	10%	60%	20%	20
portaal	20%	15,6%	62,2%	2,2%	45
portaalpoot	41,7%	0%	50%	8,3%	12
struiken	14,3%	28,6%	57,1%	0%	7
talud	13,3%	35%	48%	3,7%	429
tegenliggers	6,1%	9,1%	78,8%	6,1%	33
viaduct/tunnel	0%	0%	100%	0%	1
vluchtruimte	0%	0%	0%	100%	115
watergang/sloot/greppel	22,6%	39,9%	27,5%	10%	451

Omdat er richtlijnen bestaan rond de minimale afstand tot obstakels, kunnen we verwachten dat obstakels die dicht bij de weg liggen een hogere prioritering krijgen. Tabel D.4 laat zien dat hier inderdaad sprake van is. Tot aan 13 meter geeft geen enkele regio aan dat de situatie aan de richtlijn voldoet. Boven de 13 meter wordt wel vaak aan de richtlijn voldaan. Met name tot 7 meter wordt vaak een urgente prioritering gegeven. Deze gaat over op 'risicovol' tussen 7 en 11 meter, en 'noodzakelijk' tussen 11 en 13 meter.

Tabel D.4. Aandeel urgentieresponses per afstand categorie voor alle overige obstakels

Afstand (van, tot]	Noodzakelijk	Risicovol	Urgent	Voldoet aan richtlijn
(-1,1]	0%	0%	100%	0%
(1,3]	1,0%	0%	99,0%	0%
(3,5]	0,4%	1,2%	98,3%	0%
(5,7]	0%	0,2%	99,8%	0%
(7,9]	0%	100%	0%	0%
(9,11]	40,2%	59,8%	0%	0%
(11,13]	100%	0%	0%	0%
(13,15]	2,4%	0%	0%	97,6%
(15,17]	4,3%	0%	0%	95,7%
(17,19]	6,7%	0%	0%	93,3%
(19,100]	3,6%	0%	0%	96,4%

## Bijlage E Literatuurscan resultaten

### E.1 Obstakelvrije zones

De zoekopdracht voor de literatuurscan is uitgevoerd in TRID. Dit is een redelijk complete database van onderzoek naar verkeer en infrastructuur gerelateerde onderwerpen, waaronder verkeersveiligheid en bevat veel bronnen van wetenschappelijke tijdschriften, congressen en rapporten van onderzoeksinstituten.

Omdat het onderzoek vorige onderzoek voor RWS op dit vlak is opgeleverd in 2017 maar al eerder is gestart, is gezocht naar publicaties vanaf 2015. De zoektocht is niet beperkt tot wetenschappelijke papers.

Onderstaande zoekopdracht is uitgevoerd in keyword search waarmee gezocht wordt in ondermeer titel, abstract, keywords en hoofdtekst.

```
(( (road* and casualt*) or (road* and injur*) or (road* and accident*) or (road* and crash*) or (traffic and injur*) or (traffic and casualt*) or (traffic and accident*) or (traffic and crash*) or ("safety effect*" and (road* or traffic)) ) AND ( ("clear zone"*) OR ("obstacle free"*) OR ("horizontal clearance"*) OR ("obstacle distance"*) OR ("forgiving roadside"*) OR ("roadside clearance"*) ) )
```

De zoekopdracht levert 36 referenties op. Van de 36 hits zijn 12 referenties geselecteerd als mogelijk inhoudelijk relevant op basis van abstracts. Ontwerprichtlijnen zijn buiten beschouwing gelaten.

Ahmed, F. & Jurewicz, C. (2018). Re-investigation of roadside risk factors associated with run-off-road casualty crashes in Victoria, Australia. In, p. 4p.

Albuquerque, F.D.B., Awadalla, D.M. & Press, W.I.T. (2020). Benchmark Compliance Evaluation of the Roadside Design in an Urban, High-Density Area. In: Volume 200, Wessex Institute of Technology, p. pp 117 - 129.

Jalayer, M. & Zhou, H. (2016). Evaluating the safety risk of roadside features for rural two-lane roads using reliability analysis. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 93, p. pp 101-112.

La Torre, F., et al. (2016). Selection of the Most Appropriate Roadside Vehicle Restraint System – The SAVeRS Project. In: Volume 14, Elsevier, p. pp 4237-4246.

Marshall, W.E., Coppola, N. & Golombek, Y. (2018). Urban clear zones, street trees, and road safety. In: Research in Transportation Business & Management, vol. 29, p. pp 136-143.

Marshall, W.E., et al. (2019). The Unresolved Relationship between Street Trees and Road Safety.

Moon, W., Milailidis, P. & Chau, T. (2016). Safe System Roadside: Putting Clear Zones in Their Place. In: E-C215 ed., Transportation Research Board, p. pp 28-37.

Robertson, J., Beer, K. & Cassar, D. (2017). Safe System Assessments of Roadside Safety Projects. In: E-C220 ed., Transportation Research Board, p. pp 529-539.

Roque, C. & Jalayer, M. (2018). Improving roadside design policies for safety enhancement using hazard-based duration modeling. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 120, p. pp 165-173.

Roque, C., et al. (2019). Topic analysis of Road Safety Inspections using latent Dirichlet allocation: A case study of roadside safety in Irish main roads. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 131, p. pp 336-349.

Roque, C., Moura, F. & Lourenço Cardoso, J. (2015). Detecting unforgiving roadside contributors through the severity analysis of ran-off-road crashes. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 80, p. pp 262-273.

Stolle, C.S., et al. (2018). Data-Driven Development of a Roadside Safety Marketing Campaign for Tree Removal – Phase I.

## E.2 Afschermingsconstructies

De zoekopdracht voor de literatuurscan is uitgevoerd in TRID. Dit is een redelijk complete database van onderzoek naar verkeer en infrastructuur gerelateerde onderwerpen, waaronder verkeersveiligheid en bevat veel bronnen van wetenschappelijke tijdschriften, congressen en rapporten van onderzoeksinstituten. Omdat het onderzoek vorige onderzoek voor RWS op dit vlak is opgeleverd in 2017 maar al eerder is gestart, is gezocht naar publicaties vanaf 2015. De zoektocht is niet beperkt tot wetenschappelijke papers.

Onderstaande zoekopdracht is uitgevoerd in keyword search waarmee gezocht wordt in ondermeer titel, abstract, keywords en hoofdtekst.

(( (road\* and casualt\*) or (road\* and injur\*) or (road\* and accident\*) or (road\* and crash\*) or (traffic and injur\*) or (traffic and casualt\*) or (traffic and accident\*) or (traffic and crash\*) or ("safety effect\*" and (road\* or traffic)) ) AND (\*barrier\* or guardrail\* or "w\*beam" or "wire-rope" or "wire rope safety barrier" or "wrsb" or "cable\*barrier" or "road\* restrained system\*" or "rrs" or "vehicle restraint system\*" or "vrs"))

De zoekopdracht levert 971 records op. Een eerste schifting brengt het aantal mogelijk relevante referenties terug naar 106. Een verdere focus brengt dit verder terug naar 41.

Abraham, N., et al. (2016). Assessment of the impact speed and angle conditions for the EN1317 barrier tests. In: International Journal of Crashworthiness, vol. 21, nr. 3, p. pp 211-221.

Agbelie, B.R.D.K. (2016). A Comparative Empirical Analysis of Statistical Models for Evaluating Highway Segment Crash Frequency. In: Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), vol. 3, nr. 4, p. pp 374-379.

Albuquerque, F.D. & Awadalla, D.M. (2020). Roadside fixed-obstakelcollisions, barrier performance, and fatal injuries in single-vehicle, run-off-road crashes. In: Safety, vol. 6, nr. 2, p. Article ID 27.

Arun, M.W.J., et al. (2016). Evaluation of Kinematics and Injuries to Restrained Occupants in Far-Side Crashes Using Full-Scale Vehicle and Human Body Models. In: sup1 ed., Volume 17, Taylor & Francis, p. pp 116-123.

- Avelar, R., et al. (2020). Evaluation of Roadside Treatments to Mitigate Roadway Departure Crashes: Technical Report.
- Beck, D. & Austroads (2016). Guidance on median and centreline treatments to reduce head-on casualties. 9781925451139.
- Budzynski, M., et al. (2018). The Effect of Road Restraint Systems on the Level of Road Safety – Polish Experience. In, University of Zagreb.
- Budzynski, M., et al. (2017). Trees in the Roadside as Factor in Road Safety in Poland. In, p. 3p.
- Burbridge, A. (2016). Measuring the Residual Risk Associated with Road Safety Barriers. In: E-C215 ed., Transportation Research Board, p. pp 38-49.
- Burbridge, A. & Troutbeck, R. (2016). Decentralising road safety barrier stiffness in the context of vehicle occupant risk. In, p. 3p.
- Burbridge, A. & Troutbeck, R. (2017). A Desktop Model for Computing Acceleration Severity Index (ASI) for Rigid Barriers as a Function of Impact Configuration. In, p. 4p.
- Burbridge, A. & Troutbeck, R. (2019). A model for predicting Acceleration Severity Index in impacts with road safety barriers. In: International Journal of Crashworthiness, vol. 24, nr. 4, p. pp 442-452.
- Cafiso, S. & D'Agostino, C. (2015). Reliability-Based Assessment of Benefits in Roadway Safety Management. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, nr. 2513, p. pp 1–10.
- Cafiso, S. & D'Agostino, C. (2017). Evaluating the safety benefit of retrofitting motorways section with barriers meeting a new EU standard: Comparison of observational before–after methodologies. In: Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), vol. 4, nr. 6, p. pp 555-563.
- Carrigan, C.E. & Ray, M.H. (2019). Modeling the Maximum Lateral Extent of Encroachment and Probability of Passenger-Vehicle Rollover on Slopes. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.
- Carrigan, C.E., Ray, M.H. & American Society of Civil, E. (2020). Modeling the Probability of a Collision Given the Lateral Offset and Size of a Narrow-Fixed Object. In, p. pp 14-23.
- Chimba, D., et al. (2017). Digesting the safety effectiveness of cable barrier systems by numbers. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 95, p. pp 227-237.
- Daniels, S., et al. (2019). A Systematic Cost-Benefit Analysis of 29 Road Safety Measures. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 133.
- Davis, D. (2015). Improving road safety barrier effectiveness: issues and opportunities. In, p. 11p.
- Dissanayake, S., et al. (2017). Estimating Crash Modification Factors for Lane Departure Countermeasures in Kansas.
- Doecke, S., Thompson, J. & Stokes, C. (2020). How do we prevent and mitigate crashes? Evidence from Australian at-scene in-depth crash investigations. In: Journal of Road Safety, vol. 31, nr. 2, p. 35-43.

ERF (2015). Road Safety and Road Restraint Systems: A Flexible and Cost-Effective Solution.

Fernández, M.A., García-Escudero, L.Á. & Molinero, A. (2019). Analysis of real crashes against metal roadside barriers. In: PLoS One, vol. 14, nr. 2.

Fyhrie, P.B., et al. (2018). Performance Measures for Roadside Features.

Haghighi, N., et al. (2018). Impact of roadway geometric features on crash severity on rural two-lane highways. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 111, p. pp 34-42.

Johnson, N.S. & Gabler, H.C. (2015). Injury Outcome in Crashes with Guardrail End Terminals. In: sup2 ed., Volume 16, Taylor & Francis, p. pp S103-S108.

Jurewicz, C. (2016). Analysis of In-Service Safety Performance of Wire Rope Safety Barriers. In: E-C215 ed., Transportation Research Board, p. pp 122-124.

Jurewicz, C., et al. (2015). Improving the performance of safe system infrastructure: final report. 9781925294835.

La Torre, F., et al. (2016). Selection of the Most Appropriate Roadside Vehicle Restraint System – The SAVeRS Project. In: Volume 14, Elsevier, p. pp 4237-4246.

Li, N., Park, B.B. & Lambert, J.H. (2018). Effect of Guardrail on Reducing Fatal and Severe Injuries on Freeways: Real-World Crash Data Analysis and Performance Assessment. In: Journal of Transportation Safety & Security, vol. 10, nr. 5, p. pp 455-470.

Marzougui, D., et al. (2019). Performance of Longitudinal Barriers on Curved, Superelevated Roadway Sections. Transportation Research Board.

Meisel, L. & World Road, A. (2019). Safe Connection Between Different Safety Barriers. In, p. 11p.

Molan, A.M., Rezapour, M. & Ksaibati, K. (2020). Investigating the relationship between crash severity, traffic barrier type, and vehicle type in crashes involving traffic barrier. In: Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), vol. 7, nr. 1, p. pp 125-136.

Moon, W., Milailidis, P. & Chau, T. (2016). Safe System Roadside: Putting Clear Zones in Their Place. In: E-C215 ed., Transportation Research Board, p. pp 28-37.

Park, J., Abdel-Aty, M. & Lee, J. (2016). Use of Empirical and Full Bayes Before–After Approaches to Estimate the Safety Effects of Roadside Barriers with Different Crash Conditions. In: Journal of Safety Research, vol. 58, p. pp 31-40.

Schröck, T. & Morriss, L. (2015). Road safety barriers: international experiences and new directions for Australia. In, p. 8p.

Srinivasan, R., et al. (2017). Safety Evaluation of Cable Median Barriers in Combination with Rumble Strips on Divided Roads.

Troutbeck, R. (2020). Background to the development of the 2020 edition of Guide to Road Design Part 6. 9781922382092.



Xavier, C., et al. (2017). Evaluating the Relevancy of Current Crash Test Guidelines for Roadside Safety Barriers on High-Speed Roads. In: E-C220 ed., Transportation Research Board, p. pp 452-465.

Zou, Y. & Tarko, A.P. (2016). An insight into the performance of road barriers - redistribution of barrier-relevant crashes. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 96, p. pp 152-161.

Zou, Y. & Tarko, A.P. (2018). Barrier-relevant crash modification factors and average costs of crashes on arterial roads in Indiana. In: Accident Analysis & Prevention, vol. 111, p. pp 71-85.

# 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)