



RWS INFORMATIE

Compendium beginpunten geleiderailconstructies

De inrichting van beginpunten als aanvulling op de ROA Veilige Inrichting van Bermen

Datum 29 november 2019
Versie 1.1
Status Definitief



Colofon

Uitgegeven door RWS Grote Projecten en Onderhoud
 Auteur Maaikel Koenis
 Informatie Steunpunt Wegen en Geotechniek
 Telefoon 088 - 797 00 25
 E-mail Steunpunt-wegenbouw@rws.nl

		Datum	Paraaf
Goedgekeurd	Mathijs van Stralen (GPO, afdelingshoofd Wegen en Geotechniek)		
Vrijgegeven	Henrik Hooimeijer (GPO directeur Techniek en TM)		

Datum 29 november 2019
 Versie 1.1
 Status Definitief

Versiebeheer

1.0	24 sept 2019	• Eerst uitgegeven versie
1.1	29 nov 2019	• Schema prioriteitsvolgorde met controle stap • Verduidelijking geleiderail na obstakelbeveiliger • Verlengen geleiderail bij opgaand talud • Lengte overgang en terminal hoort niet bij berekende lengte • Acceptatie RWS overgangsconstructie

Inhoud

Inleiding 4

1	Aanleiding 5
1.1	Ongevallen 6
1.2	Verbeterde vormgeving 6
2	Afweging vormgeving beginpunt constructie 8
2.1	Koppelen aan bestaande geleiderailconstructie (stap 1) 9
2.2	Toepassing obstakelbeveiliger (stap 2) 9
2.3	Toepassing parallel of afgebogen geleiderailconstructie met terminal als beginpunt 10
3	De terminal 15
3.1	Europese norm voor terminals 15
3.2	Soorten terminals 18
3.3	Eisen aan terminals 20
4	Toepassing op Rijkswegen 21
4.1	Het wegontwerpproces 21
4.2	Verschillen obstakelbeveiligers en terminals 21
4.3	Uitbuigen of afbuigen? 22

Inleiding

Dit compendium is ontwikkeld naar aanleiding van de opdrachtbrief van Michèle Blom, opgesteld door RWS WV¹.

Voor de afscherming van obstakels of gevarenczones op autosnelwegen wordt de ROA Veilige Inrichting van Bermen gehanteerd. De versie die vigerend is ten tijde van het schrijven van dit compendium is versie 10 van 31 mei 2017. In de te actualiseren versie van de richtlijn zal onder meer de vormgeving van de beginpunten van geleiderailconstructies worden aangepast: de eerder beschreven geleiderail-beginconstructie zal komen te vervallen en zal worden vervangen door een zogenaamde terminal. In dit compendium wordt de aangepaste hiërarchie beschreven op welke wijze de wegontwerper de beginpunten (terminal) van geleiderailconstructies dient vorm te geven. Nadat de ROA Veilige Inrichting van Bermen geactualiseerd en uitgegeven is, zal dit compendium komen te vervallen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding beschreven van de gewijzigde vormgeving van beginpunten van geleiderailconstructies. Daarbij wordt geduid welke verbeterde vormgeving kan worden toegepast. Echter het een op een vervangen van huidige beginpunten voor terminals hoeft nog steeds niet te voldoen aan de richtlijn. In hoofdstuk 2 wordt daarom uiteengezet welke afweging dient te worden gemaakt door de wegontwerper. Voorbeelden van terminals en toepassing op Rijkswegen staan beschreven in hoofdstuk 3 en 4.

¹ Brief "Aanpak veilige inrichting bermen", kenmerk RWS-2019/28860, d.d. 10 augustus 2019

1 Aanleiding

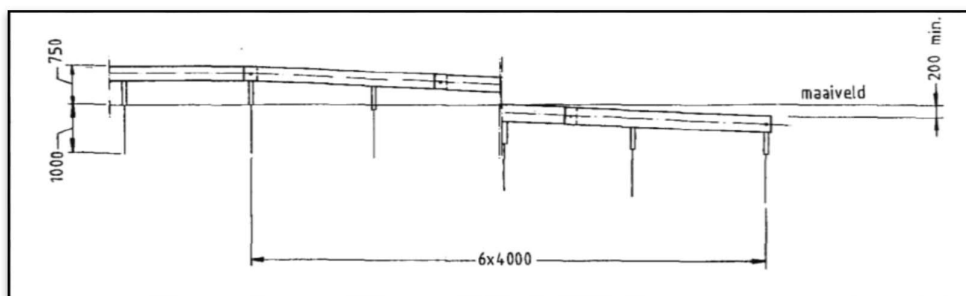
In 2018 is onderzoek uitgevoerd door RWS GPO naar de tot op heden in de ROA VIB voorgeschreven en in Nederland standaard toegepaste vormgeving van de geleiderail-beginpunten. Dit onderzoek bestond uit een nadere beschouwing van het huidige Nederlandse beginpunt en een analyse van alternatieve vormgeving van beginpunten in andere landen.

Uit dit onderzoek is gebleken dat de huidige beginpunten van geleiderailconstructies, die over 24 meter uit de grond komen, onvoldoende veiligheid bieden voor weggebruikers die van de weg raken. In ongunstige situaties kunnen voertuigen over het beginpunt van de geleiderailconstructie heen schuiven -als een soort van schans fungeren- en achter de constructie op de kant rollen, het obstakel raken of in de gevarenzone belanden. Voorbeelden hiervan zijn bekend en worden beschreven in paragraaf 1.1.



Figuur 1: voorbeeld van een uit de grond komend beginpunt

Het onderzoek beschreef het gewenste alternatief voor een beginpunt. Dit is een terminal die getest is op basis van de Europese norm voor afschermingsvoorzieningen. Ook is een aanbeveling gedaan om de lengte van de afschermingsvoorziening te beperken waarbij de breedte van de gevarenzone als maatgevend wordt gehanteerd. Deze verbeterde vormgeving wordt beschreven in paragraaf 1.2.



Figuur 2: schematische weergave van een uit de grond komend beginpunt

1.1 Ongevallen

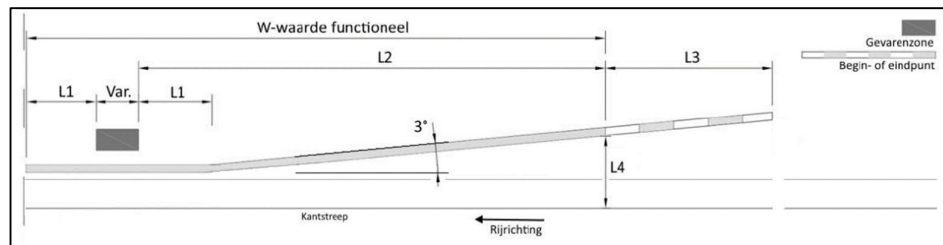
In de afgelopen jaren hebben verschillende ongevallen plaatsgevonden waarbij voertuigen over het oplopende beginpunt zijn heen geschoven. Een voorbeeld hiervan is het dodelijk ongeval op de A28 hoofdrijbaan links bij Staphorst ter hoogte van km 110,2 (april 2019). Dit is tussen de aansluitingen Staphorst en Nieuwleusen.

Hierbij reed het voertuig op A28 richting Zwolle, raakte van de weg en is via het beginpunt van de geleiderailconstructie tegen de portaalvoet gekomen. Het beginpunt van de geleiderail was hier niet onder een hoek van 1:20 (3°) afgebogen (hetgeen overigens afwijkend is van de vormgeving conform de ROA VIB), maar vrijwel parallel aan de rijbaan op een afstand van circa 5 meter vanaf de binnenkant kantstreep gestart. De afstand dat de geleiderailconstructie op hoogte is, bedroeg 50 meter tot aan de portaalvoet. Dit geeft aan dat het voertuig niet is afgeremd door het beginpunt maar zelfs 50 meter is doorgeschoten.

1.2 Verbeterde vormgeving

Vormgeving volgens huidige ontwerprichtlijn

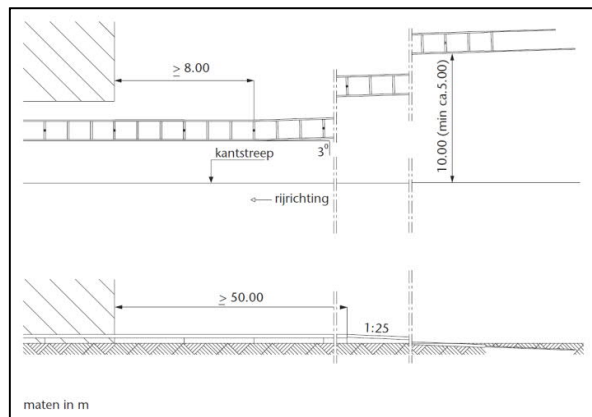
De huidige vormgeving van beginpunten van geleiderailconstructies wordt gekenmerkt doordat deze over een lengte van 24 meter uit de grond komt. Zie de figuren 1 en 2 hierboven. Door deze vormgeving worden voertuigen bij aanrijding ervan niet geremd maar geleid. Er vindt slechts beperkte voertuigvertraging plaats. Het beginpunt kent ook geen kerende werking waardoor voertuigen over het beginpunt van de geleiderailconstructie heen kunnen schuiven en achter de constructie op de kant rollen, het obstakel raken of in de gevarenzone belanden. Om dit zoveel als mogelijk te voorkomen schrijft de huidige ROA VIB overigens voor dat het punt waar het geleiderail-beginpunt op hoogte is, op een afstand van de naastgelegen rijstrook (kantstreep) ligt die gelijk is aan de obstakelvrije zone (zie figuur hieronder). De werkelijkheid buiten is helaas echter anders: de geleiderail-beginpunten komen vaak te dicht tegen de weg en parallel aan de weg uit de grond.



Figuur 3: vormgeving geleiderail-beginpunt volgens ROA VIB 2017 (huidige versie)

Vormgeving volgens verouderde ontwerprichtlijn

In de versie van de ROA Veilige Inrichting van Bermen van 1999 werd het beginpunt ook al als risico beschouwd en omschreven als de gevaarlijkste discontinuïteit in de rijrichting gezien en vereist daarom bijzonder veel zorg. De voorkant van de beginconstructie diende toen 10 meter afgebogen, doch minimaal 5 m van de naastgelegen rijstrook (kantstreep), te worden geplaatst (zie figuur 4).



Figuur 4: vormgeving geleiderail-beginpunt volgens ROA VIB 1999 (verouderde versie)

Verbeterde vormgeving

In de huidige versie van de ROA VIB is de vormgeving van het beginpunt nog kritischer als risico beschouwd. Dit heeft ertoe geresulteerd dat de oplopende beginconstructie buiten de obstakelvrije zone moet worden gesitueerd.

Bij hoofdbanen van autosnelwegen is de obstakelvrije zone 13 meter vanaf de binnenkant kantstreep. De hoek waarmee de geleiderailconstructie afgebogen wordt tot buiten de obstakelvrije zone te geraken, bedraagt 1:20. De lengte die nodig is om de geleiderail voldoende van de weg af te buigen bedraagt $13 \times 20 = 260$ m. Dit is een niet geringe lengte hetgeen ook weer niet wenselijk is (een afschermingsconstructie is in principe ook een bermobject, ware het niet dat deze in bepaalde mate botsvriendelijk is).

Een alternatieve vormgeving van het beginpunt is een zogenaamde terminal. Een terminal is een constructie die minder van de weg afgebogen dient te worden. De terminal komt niet diagonaal uit de grond en de kop en zijkant van de constructie kan botsveilig worden uitgevoerd. Dit betekent dat de terminal binnen de obstakelvrije zone kan worden geplaatst. Voorwaarde is wel dat deze voldoende het af te schermen obstakel afschermt.

De lengte van de afschermingsvoorziening wordt geminimaliseerd tot de 'length of need'. Ofwel de minimaal benodigde lengte. De berekening van deze lengte is opgenomen in paragraaf 2.3. Voorafgaand aan de keuze voor toepassing van een terminal dient echter een afweging te worden gemaakt voor afscherming van de gevarezone. Deze afweging staat beschreven in hoofdstuk 2.

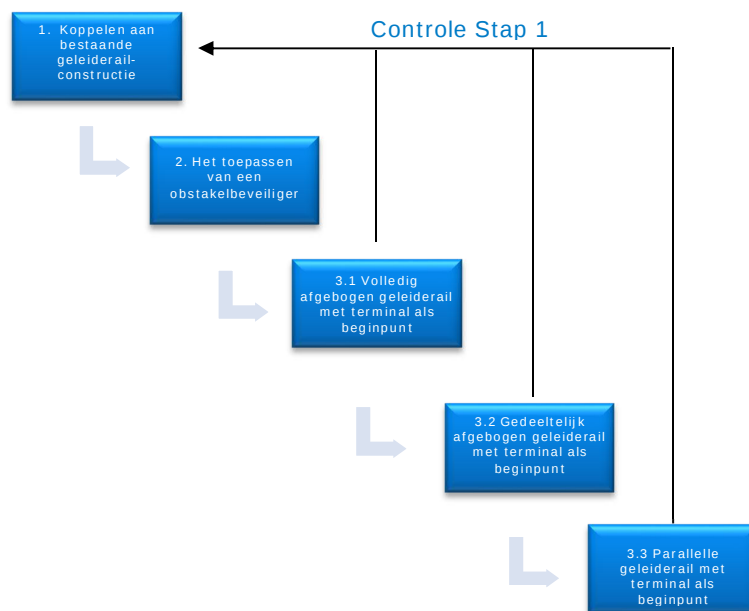
2 Afweging vormgeving beginpunt constructie

Voor de inrichting van een geleiderailconstructie, om een gevarenczone of obstakel af te schermen, dient altijd een afweging te worden gemaakt door de wegontwerper. Deze afweging dient te worden voorgelegd aan de opdrachtgever ter toetsing. Dit proces wordt verder beschreven in hoofdstuk 4.

In dit hoofdstuk wordt de inhoudelijke afweging beschreven tussen het creëren van een nieuw beginpunt of het doorzetten van de bestaande geleiderailconstructie stroomopwaarts. Het beginpunt kan verder worden vormgegeven met een obstakelbeveiliger of met een terminal in combinatie met een geleiderailconstructie. Ter bepaling van de hiërarchie is door Rijkswaterstaat een afweging tussen deze opties gemaakt. Hierbij is de voertuigkerende werking van de constructie afgezet tegen het veiligheidsniveau en de kans op het aanrijden ervan. In de onderstaand schema en onderstaande paragrafen is de volgende prioriteitsvolgorde weergegeven voor de afscherming van obstakels of gevarenczones.

1. Het koppelen van de benodigde geleiderailconstructie aan de bestaande geleiderailconstructie;
2. Het toepassen van een obstakelbeveiliger;
3. Het toepassen van een parallel of afgebogen geleiderailconstructie met terminal als beginpunt.

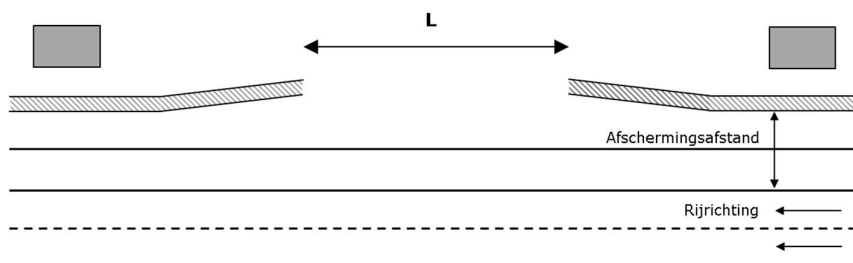
Wanneer uit de berekening blijkt dat men een geleideconstructie toe kan passen, dient er nog een controle stap uitgevoerd te worden. In deze controle stap gaat de ontwerper na of de berekende lengte niet alsnog voldoet aan de voorwaarde om de geleideconstructie te koppelen aan de bestaande geleiderailconstructie.



Overige informatie ten behoeve van plaatsing van de geleiderailconstructie in het dwarsprofiel staat beschreven in de ROA Veilige Inrichting van Bermen.

2.1 Koppelen aan bestaande geleiderailconstructie (stap 1)

Indien bij afscherming van het obstakel of de gevarenczone de geleiderailconstructie gekoppeld kan worden aan de geleiderailconstructie stroomopwaarts, dan heeft dit de hoogste prioriteit. Door de geleiderailconstructie te koppelen aan de bestaande constructie wordt voorkomen dat een nieuw beginpunt wordt gerealiseerd. De afstand (L) tussen de twee opeenvolgende obstakels of gevarenczones waarbij geleiderailconstructies gekoppeld dienen te worden, is afhankelijk van de soort berm en de afschermingsafstand.



Figuur 5: opeenvolgende obstakels of gevarenczones in buitenberm

Indien de afstand kort genoeg is, wordt de constructie doorgezet. Is deze afstand te lang dan verdient de toepassing van een nieuwe constructie de voorkeur (de geleiderailconstructie is immers ook een obstakel). De afschermingsafstand (A) bedraagt de horizontale, kortst gemeten afstand tussen de rijbaan en de voorzijde van een afschermingsvoorziening, gemeten vanaf binnenzijde kantstreep.

In midden- en tussenbermen wordt de geleiderailconstructie tussen opeenvolgende obstakels of gevarenczones doorgezet, indien:

- $A = 1,50 \text{ m}$ en $L \leq 100 \text{ m}$;
- $A > 1,50 \text{ m}$ is, en $L \leq 300 \text{ m}$.

In buitenbermen wordt de geleiderailconstructie tussen opeenvolgende obstakels of gevarenczones doorgezet, indien:

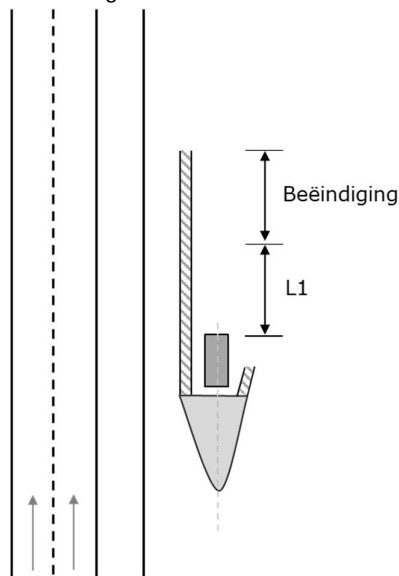
- zonder vluchtstrook: $A < 2,50 \text{ m}$ en $L < 300 \text{ m}$;
- met vluchtstrook: $A \leq 6,00 \text{ m}$ en $L < 200 \text{ m}$;
- met vluchtstrook: $A > 6,00 \text{ m}$ en $L < 100 \text{ m}$.

2.2 Toepassing obstakelbeveiliger (stap 2)

Als de geleiderailconstructie niet conform paragraaf 2.1 gekoppeld hoeft te worden aan een constructie stroomopwaarts dan dient eerst verkend te worden of een obstakelbeveiliger kan worden toegepast. De toepassing van een obstakelbeveiliger heeft de voorkeur boven het plaatsen van een streng geleiderail. De kans op een aanrijding met een obstakelbeveiliger ten opzichte van een streng geleiderail is (ten gevolge van het verschil in wegvaklengte met toepassing voertuigkering) namelijk kleiner.

Een obstakelbeveiliger kan worden toegepast indien het obstakel een beperkte afmeting of lengte heeft. Een obstakelbeveiliger wordt vaak toegepast bij bijvoorbeeld een portaalpoort of cameramast. Hierbij dient de vormgeving van de

obstakelbeveiliger afgestemd te worden op de afmeting van het obstakel. Daarbij dient niet uitsluitend de afmeting ter hoogte van de afschermingsvoorziening beschouwd te worden, maar ook tot een hoogte van 4,50 meter boven het maaiveld. Het af te schermen obstakel mag zich immers niet bevinden binnen het profiel van vrije ruimte. Bij afscherming van een obstakel zoals een portaalpoot, door een obstakelbeveiliger dient de aansluitende eerste 8 meter

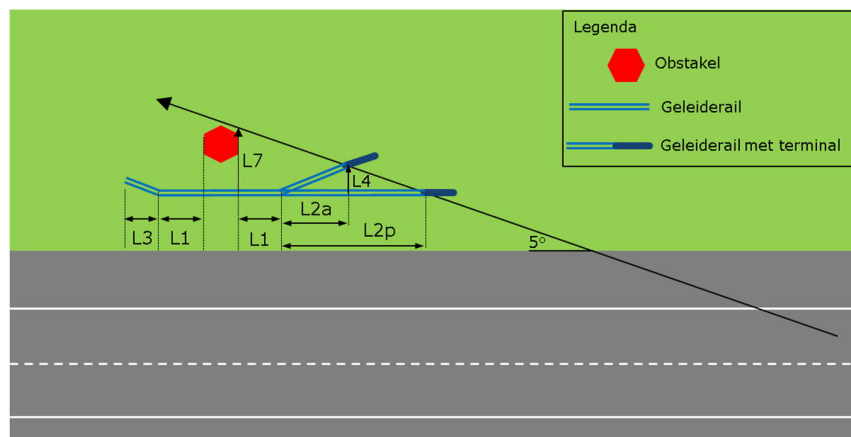


geleiderailconstructie een stijlafstand van 1,33 meter te hebben. Bij toepassing van een obstakelbeveiliger dient de geleideconstructie minimaal 8 meter conform L1, na het obstakel door te lopen aan de rijbaanzijdes. Na toepassing van de verplichte lengte L1 kan de beëindiging toegepast worden, conform onderstaande figuur.

[Afbeelding: doortrekken geleiderail na obstakelbeveiliger]

2.3 Toepassing parallel of afgebogen geleiderailconstructie met terminal als beginpunt

Als een obstakel niet afgeschermd kan worden met een obstakelbeveiliger dan dient een geleiderailconstructie te worden toegepast. Het beginpunt van de geleiderailconstructie wordt zodanig gesitueerd dat voertuigen die van de weg afraken het obstakel niet raken. Hiervoor wordt een vaste hoek aangehouden van vijf graden. Zie de zwarte lijn in figuur 6. Wanneer voldoende ruimte stroomopwaarts in het dwarsprofiel beschikbaar is, dan dient de geleiderailconstructie afgebogen te worden vormgegeven. Op basis van onderstaande formules dient de wegontwerper te bepalen wat de benodigde lengte van de afschermingsvoorziening moet zijn stroomopwaarts van het obstakel. Hierbij heeft een opstelling met afbuiging na 8 meter (L1) de voorkeur. Indien een opstelling met afbuiging niet mogelijk is, dan kan een parallelle opstelling worden gerealiseerd. De ontwerper dient te streven naar een oplossing met een minimale constructielengte, de afgebogen vormgeving heeft hierdoor de voorkeur. Het beginpunt van de geleiderailconstructie wordt vormgegeven met een terminal.



Figuur 6: Afscherming obstakel met geleiderailconstructie parallel en afgebogen

De wegontwerper dient aan de hand van formules te bepalen wat de benodigde lengte is van de afschermingsvoorziening stroomopwaarts van het obstakel. Hierbij wordt uitgegaan van de minimale benodigde constructielengte voor afscherming van het obstakel. Dit wordt ook wel de 'length of need' genoemd. In figuur 6 is weergegeven dat de afschermingsvoorziening afgebogen of parallel kan worden ontworpen.

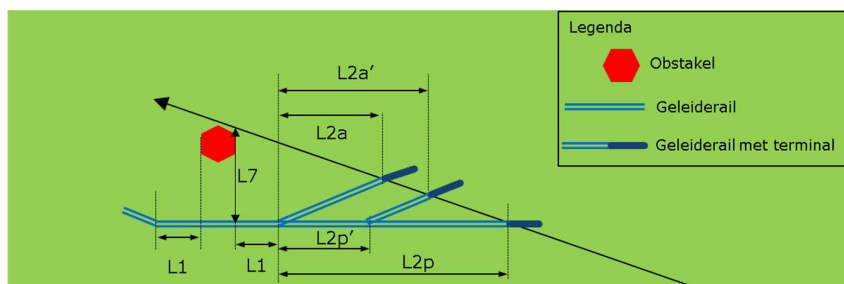
De lengte van de afgebogen constructie is weergegeven met L2a, de lengte van de parallelle constructie is weergegeven met L2p. De lengte van de terminal wordt niet meegerekend bij berekening van de length of need.

- de geleiderailconstructie dient minimaal 8 m voor en na (L1) het obstakel of de gevarenszone parallel aan de rijbaan te worden aangebracht, in dezelfde vereiste constructie -en dus met dezelfde prestaties- als ter hoogte van het obstakel of de gevarenszone;
- de afgebogen geleiderailconstructie wordt onder een hoek van 1:20 (3°) ten opzichte van de rijbaan afgebogen;
- de lengte van de benodigde afschermingsvoorziening wordt berekend aan de hand van de hoek waarmee het verkeer het obstakel niet mag raken (of niet in de gevarenszone mag komen), deze hoek bedraagt 5° .
- wanneer de kans aanwezig is dat een voertuig na achterlangs rijden van de terminal, het obstakel alsnog kan raken dan wordt de geleideconstructie met 50 meter verlengd. Dit is het geval bij een opgaand talud en wanneer weggebruikers het obstakel kunnen raken onder een kleinere hoek dan 5 graden. Dit laatste kan voorkomen bij toeritten.
- het beginpunt van de geleiderailconstructie is een terminal die voldoet aan de prestatieklasse conform de prEN 1317-7 gebaseerd op de ontwerpsnelheid:
 - o $V_0 = 50$ km/u: T50
 - o $V_0 = 70$ km/u: T80
 - o $V_0 = 90$ km/u: T100
 - o $V_0 = 120$ km/u: T110
 met ASI waarde A of B.
- Voor de verbinding tussen de terminal en de geleiderailconstructie gelden de volgende eisen:
 - o de ontstane trekkrachten in de geleiderailconstructie kunnen volledig worden verwerkt;

- o de aansluitende geleiderailconstructie is op een zodanige manier verbonden dat de functionele eigenschappen van beide afschermingsvoorzieningen elkaar niet negatief beïnvloeden. Tussen de terminal (inclusief de overgangsconstructie) en de geleiderailconstructie dient geen zakvorming te ontstaan bij aanrijden;
- o de overgangsconstructie is onderdeel van de terminal (L3) en mag daarom niet worden meegerekend in de benodigde lengte (L2a of L2p).
- Het beginpunt van geleiderailconstructie die aanvangt met een verankering ondergronds onder een verticale helling van 1:25 wordt niet meer toegestaan
- het beginpunt van een barrier dient altijd te worden ingeleid door een geleiderail (al dan niet doorlopend stroomopwaarts of met terminal als beginpunt) of obstakelbeveiliger;
- terminals die geplaatst worden in zijbermen mogen geclassificeerd zijn als 'single sided'. Terminals die geplaatst worden in tussenbermen dienen geclassificeerd te zijn als 'double sided'.
- het eindpunt van een geleiderailconstructie dient op de standaard constructiehoogte worden gehouden, waarbij de constructie over dezelfde lengte doorloopt als het geval zou zijn bij beëindiging onder een verticale helling van 1:25 (L3). Hierbij dient de functionaliteit van de geleiderailconstructie binnen L3 geborgd te zijn (middels verankering);
- een geleidebarrier dient direct met een afschuining worden beëindigd;
- het hoogteverschil tussen de geleiderailconstructie en het maaiveld is conform de testcondities;
- het eindpunt (L3) van de geleiderailconstructie dient horizontaal onder een hoek van 1:20 (3°) te worden afgebogen. Met uitzondering van beëindigingen bij doorsteken;

Aangezien de wegontwerper dient te streven naar het minimaliseren van de lengte van de afschermingsvoorziening, dient de afgebogen constructie eerst te worden beschouwd (L2a). Wanneer plaatsing van de afgebogen constructie niet past in het beschikbare dwarsprofiel, kan een constructie worden beschouwd die slechts gedeeltelijk afgebogen wordt (L2a'). Wanneer een afgebogen constructie in zijn geheel niet mogelijk is, dan wordt een parallelle constructie ontworpen (L2p).

De formules opgenomen in dit compendium zijn ook opgenomen in een spreadsheet Compendium beginpunten geleiderailconstructies - berekening constructielengte.xls. Met behulp van deze spreadsheet in Excel kan de ontwerper de bovengenoemde stappen doorlopen en de benodigde constructielengte bepalen.



Figuur 7: Afscherming obstakel met gedeeltelijk afgebogen geleiderailconstructie

- De lengte van het gedeelte van de afschermingsvoorziening dat afgebogen wordt vormgegeven, wordt L2a genoemd. Hierbij staat de a voor afgebogen.
- De lengte van het gedeelte van de afschermingsvoorziening dat parallel wordt vormgegeven, wordt L2p genoemd. Hierbij staat p voor parallel.
- Bij een gedeeltelijk afgebogen constructie zijn L2a' en L2p' met een apostrof benoemd.

Stap 3.1

De benodigde minimale lengte van de afschermingsvoorziening stroomopwaarts van het obstakel wordt als volgt berekend:

$$L2a = \frac{\frac{\tan 5^\circ}{\tan 3^\circ}}{1 + \frac{\tan 5^\circ}{\tan 3^\circ}} \times L2p \quad \text{ofwel} \quad L2a = 0,625 \times ((11,43 \times L7) - L1)$$

L7 is de afstand tussen de voorzijde van de afschermingsvoorziening en de achterzijde van het obstakel of de gevarenzone. Bij grote gevarenzones, zoals een kruisende weg of vaarweg geldt voor L7 een maximale waarde van de breedte van de obstakelvrije zone minus de afschermingsafstand (A).

Met de volgende formule kan vervolgens bepaald worden hoe ver de afschermingsvoorziening daarbij wordt afgebogen ten opzichte van het parallelle gedeelte van de afschermingsvoorziening (L4). De maat L4 is weergegeven in figuur 3. Hierbij is L3 de lengte van de terminal inclusief de benodigde overgangsconstructie.

Let op: de maat van L4 is in dit compendium afwijkend van de ROA Veilige inrichting van bermen. In de ROA Veilige inrichting van bermen is de maat van afbuiging berekend vanaf de kantstreep.

$$L4 = \tan 3^\circ \times (L2a + L3) \quad \text{of} \quad L4 = 0,052 \times (L2a + L3)$$

Zodra de waarde voor L4 berekend is, kan vervolgens bepaald worden of deze breedte ook daadwerkelijk in de berm beschikbaar is.

Stap 3.2

Is dit niet het geval dan kan overwogen worden om de afschermingsvoorziening deels parallel en deels afgebogen te realiseren. De eenvoudigste wijze om te bepalen over welke lengte de afschermingsvoorziening, inclusief de terminal en overgangsconstructie, kan worden afgebogen, is door de beschikbare breedte in de berm (L4) als uitgangspunt te nemen.

$$L2a = \frac{L4}{\tan 3^\circ} \quad \text{of} \quad L2a = 19,08 \times L4$$

Indien de hiermee berekende lengte korter is dan de eerder berekende minimale lengte L2a, betekent dit dat een grotere lengte aan parallelle afschermingsvoorziening nodig is. De volgende formule kan gebruikt worden om de resterende parallelle lengte (L2p') te bepalen (naast de minimale lengte L1):

$$L2p' = L2p - \frac{1}{0,625} \times L2a$$

Stap 3.3

Indien de constructie niet afgebogen kan worden door beperking van de beschikbare ruimte in het dwarsprofiel, dan kan de constructie parallel worden ontworpen.

Berekening van de lengte van de parallelle afschermingsvoorziening (L2p):

$$L2p = \frac{L7}{\tan 5^\circ} - L1 \text{ of } L2p = (11,43 \times L7) - 8$$

Wanneer uit de berekening blijkt dat men een geleideconstructie toe kan passen, dient er nog een controle stap uitgevoerd te worden. In deze controle stap gaat de ontwerper in stap 1 na of de berekende lengte niet alsnog voldoet aan de voorwaarde om de geleideconstructie te koppelen aan de bestaande geleiderailconstructie.

Plaatsingsvoorwaarden

Bij toepassing van een terminal dient de ontwerper de ruimte die de terminal nodig heeft om te kunnen functioneren te respecteren.

Bij obstakelbeveiligers worden uitsluitend groen-witte neusschilden toegepast indien deze aan twee zijden langs te rijden zijn en gepositioneerd zijn nabij de rijbaansplitsing of voor het UIT-bord bij een uitvoegstrook. Bij terminals wordt in principe geen markeringsschild gebruikt tenzij ze geplaatst worden op locaties die voldoen zoals gesteld in paragraaf 3.2.2 van de ROA Veilige Inrichting van Bermen.

3 De terminal

3.1 Europese norm voor terminals

De momenteel vigerende norm voor terminals is de:

prEN 1317-7: 2012 Afschermende constructies voor wegen - deel 7: prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor uiteinde van vangrails.

In deze norm worden vijf prestatieklassen onderscheiden. Indien een terminal botsproeven succesvol doorstaat behorende bij deze klasse, dan kan de terminal onder die prestatieklasse op de markt worden gebracht.

De fabrikant dient voorafgaande aan plaatsing van de terminal met overgangsconstructie het ontwerp ter acceptatie te hebben aangeboden aan Rijkswaterstaat.

Hiervoor dienen de volgende documenten te worden aangeleverd:

- Testrapportages en bots video's behorende bij het prestatieniveau
- Test rapport van de trekproef H2 krachten 250 kN met maximale verplaatsing van 10cm, dan wel een acceptabele onderbouwing fabrikant (maar vanaf 1 jan 2020 moet er een trekproef rapport zijn conform eisen RWS)
- Testrapportage van de test die dient te zijn uitgevoerd in de ondergrond waarvan de samenstelling aantoonbaar valt in de categorie 'soft' van de tabel 25 van de prEN1317-5
- Plaatsingstekening gehele constructie conform eisen RWS
 - o Terminal + Overgangsconstructie
 - o Duidelijk aangegeven op tekening waar de H2 trekkrachten worden gemeten en opgenomen door de totale constructie (terminal + overgang)
 - o Uitleg werkwijze gehele constructie over verwerken H2 trekkrachten
- Handleiding plaatsingsinstructie terminal
- Toelichting fabrikant, dat nieuw ontworpen overgangsconstructie recht doet aan uitvoering originele crashtesten met N2 geleiderail, wat betekent dat de overgangsconstructie voldoet aan de eisen zoals gesteld in de Eisen Voertuigkering.

Testrapportages worden opgesteld door een onafhankelijk certificerende instelling.

Prestatie-klasse	Botscondities				
	Aangrijpingspunt	Richting	Massa (kg)	Snelheid (km / h)	Testcode
T50	frontaal; ¼ voertuig excentrisch	2	900	50	TT 2.1.50
T80/1	frontaal; ¼ voertuig excentrisch	2	900	80	TT 2.1.80
	Flank; 15°; 2/3 L	4	1.300	80	TT 4.2.80
	Flank; 165°; ½ L	5	900	80	TT 5.1.80
	Flank; 165°op kritisch	6	1.300	80	TT 6.2.80

	impact punt				
T80	Frontaal, 0°	1	1.300	80	TT 1.2.80
	Frontaal, 0°; ¼ voertuig excentrisch	2	900	80	TT 2.1.80
	Frontaal, 15°	3	1.300	80	TT 3.2.80
	Flank; 15°; 2/3 L	4	1.300	80	TT 4.2.80
	Flank; 165°; ½ L	5	900	80	TT 5.1.80
	Flank; 165° op kritisch impact punt	6	1.300	80	TT 6.2.80
T100	Frontaal, centrisch	1	1.300	100	TT 1.2.100
	frontaal; ¼ voertuig excentrisch	2	900	100	TT 2.1.100
	Frontaal, 15°	3	1.300	100	TT 3.2.100
	Flank; 15°; 2/3 L	4	1.300	100	TT 4.2.100
	Flank; 165°; ½ L	5	900	100	TT 5.1.100
	Flank; 165° op kritisch impact punt	6	1.300	100	TT 6.2.100
T110	Frontaal, centrisch	1	1.500	110	TT 1.3.110
	frontaal; ¼ voertuig excentrisch	2	900	100	TT 2.1.100
	Frontaal, 15°	3	1.500	110	TT 3.3.110
	Flank; 15°; 2/3 L	4	1.500	110	TT 4.3.110
	Flank; 165°; ½ L	5	900	100	TT 5.1.100
	Flank; 165° op kritisch impact punt	6	1.500	110	TT 6.3.110

Tabel 1: Botsproefcondities begin- en eindconstructies

Een terminal kan geplaatst worden aan de aanrijdrijde (approach) van een constructie of aan de afrijdrijde (departure) van de constructie. Voor terminals die aan de aanrijdrijde van een constructie worden geplaatst, zijn de botsrichtingen 1, 2, 3 en 4 maatgevend. Voor terminals die aan de afrijdrijde van een constructie worden geplaatst, zijn de botsrichtingen 5 en 6 maatgevend. De testcodes van de botsproeven per prestatie klasse en richtingsklasse zijn opgenomen in tabel 2. Botsrichtingen uit de prEN1317-7 zijn weergegeven in figuur 8.

Klasse	Richting	Testcode					
T50	BDT		TT2.1.50				
	UDTA		TT2.1.50				
	UDTD		TT2.1.50				
T80/1	BDT		TT2.1.80		TT4.2.80	TT5.1.80	TT6.2.80
	UDTA		TT2.1.80		TT4.2.80		
	UDTD					TT5.1.80	TT6.2.80
T80	BDT	TT1.2.80	TT2.1.80	TT3.2.80	TT4.2.80	TT5.1.80	TT6.2.80
	UDTA	TT1.2.80	TT2.1.80	TT3.2.80	TT4.2.80		
	UDTD					TT5.1.80	TT6.2.80
T100	BDT	TT1.2.100	TT2.1.100	TT3.2.100	TT4.2.100	TT5.1.100	TT6.2.100
	UDTA	TT1.2.100	TT2.1.100	TT3.2.100	TT4.2.100		
	UDTD					TT5.1.100	TT6.2.100
T110	BDT	TT1.3.110	TT2.1.100	TT3.3.110	TT4.3.110	TT5.1.100	TT6.3.110
	UDTA	TT1.3.110	TT2.1.100	TT3.3.110	TT4.3.110		
	UDTD					TT5.1.100	TT6.3.110

Tabel 2: Testcodes per prestatieklasse en richtingsklasse

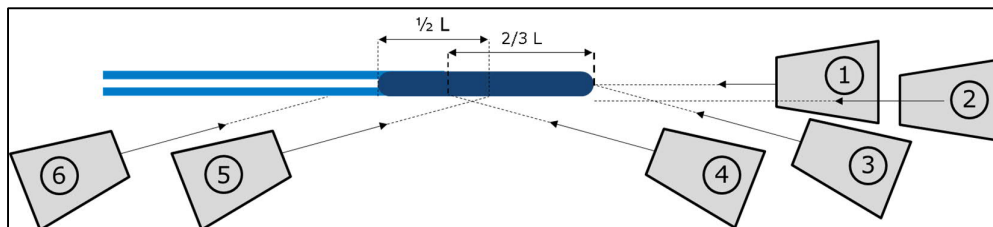
Terminals kunnen, op basis van de geslaagde botsproeven, toepasbaar zijn voor de aanrijdrijde, de afrijdrijde of beide zijden. Gezien de Engelse afkortingen zijn de onderstaande beschrijvingen van de richtingsklassen in het Engels overgenomen uit de norm.

Richtingsklasse:

BDT: bi-directional terminal; terminal designed and tested to perform in two directions

UDTA: uni-directional terminal – approach: terminal designed and tested to perform at the approach end of a barrier only

UDTD: uni-directional terminal – departure: terminal designed and tested to perform at the departure end of a barrier only



Figuur 8: Richting van botsproeven uit tabel 1.

Per botsproef behorende bij een prestatieklasse worden verschillende criteria gemeten waarop het slagen van de proef wordt beoordeeld. Dit zijn:

- Veiligheidsklasse uitgedrukt in ASI-waarde
- Klasse van zijdelingse verplaatsing
- Redirection zone

Veiligheidsklassen van begin- en eindconstructies verplaatsing

Veiligheidsklasse	Criteria	
A	ASI $\leq 1,0$	THIV < 44 km/h (tests 1, 2 en 3) THIV < 33 km/h (tests 4,5 en 6)
B	ASI $\leq 1,4$	THIV < 44 km/h (tests 1 en 2) THIV < 33 km/h (tests 4 en 5)

Tabel: Exit Box dimensions Za en Zd

Classes of Z	Approach side Za [m]	Departure side Zd [m]
Z1	4,0	4,0
Z2	6,0	6,0
Z3	4,0	no limit
Z4	6,0	no limit

In een volgende versie van dit compendium wordt deze paragraaf nog aangevuld met figuren van exit box dimensions en de redirection zone.

ASI (Acceleration Severity Index) is de resultante van in het zwaartepunt van het voertuig gemeten vertragingen in verschillende richtingen (geen dimensie).

THIV (Theoretical Head Impact Velocity): de hoogste snelheid (km/h) in een richting die zich tijdens de botsing voordoet voor een inzittende.

De botsproeven die uitgevoerd dienen te worden per klasse terminal staan in tabel 2. Deze klassen zijn in oplopend kerende capaciteit.

Klasse T80/1 kan alleen gebruikt worden voor niet-energie absorberende terminals. Klasse T80/1 biedt een lagere veiligheidsklasse dan T80.

Na een succesvol uitgevoerde test met richting 6, mag een terminal ook geplaatst worden met stijvere geleiderailconstructies. Met meer flexibelere geleiderailconstructies dienen extra testen te worden uitgevoerd.

Een terminal die succesvol de testen heeft ondergaan voor een specifieke klasse, heeft tevens ook het niveau van lagere kassen.

Naast dat een terminal geclassificeerd moet worden op basis van de klasse in kerend vermogen, dient de terminal ook geclassificeerd te worden in de richtingsklasse.

3.2 Soorten terminals

Bij Rijkswaterstaat zijn ten tijde van het opstellen van dit compendium drie terminals bekend die een prestatieklasse hebben, geschikt voor de toepassing op Rijkswegen. Deze terminals kennen een prestatieniveau van P4 of T110. P4 is gebaseerd op de norm uit 2011. T110 is hetzelfde prestatieniveau van de norm uit

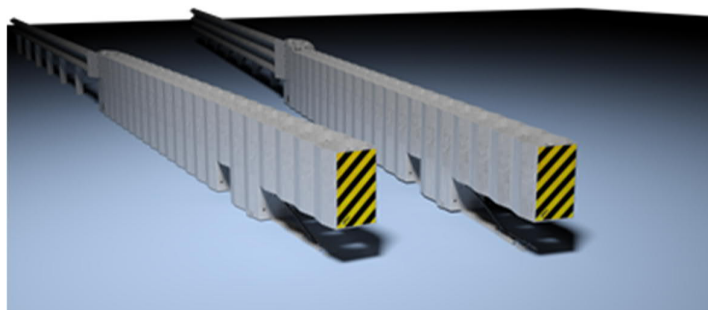
2012. Conform de Eisen Voertuigkering dienen terminals het prestatieniveau T110 te hebben.

SMA T4 the 'End' Terminal



Link:	SMA T4 'End' Terminal
Fabrikant:	Safety Modular Absorber (SMA)
Performance class:	T110
ASI:	B
Z klasse:	Z1
Direction class:	BDT (Bi-Directional Terminal)
Single or double sided:	Test carried out with single sided barrier installation

Obex MT P4 Terminal



Link:	Obex MT P4 Terminal
Fabrikant:	Obex
Performance class:	T110
ASI:	B
Z klasse:	Z2
Direction class:	BDT (Bi-Directional Terminal)
Single or double sided:	Double Sided

Safe End 110



Link: [Safe End 110](#)
 Fabrikant: Saferoad
 Klasse: T110
 ASI: B
 Z klasse: Z3
 Lengte: 8,5 meter
 Direction class: BDT
 Single or double sided: Double sided

3.3

Eisen aan terminals

De eisen die door Rijkswaterstaat aan terminals worden gesteld, zijn opgenomen in de 'Eisen Voertuigkering'. Hierin staat het volgende opgenomen:

De Terminal dient ASI-waarde A of B te hebben én, afhankelijk van de ontwerpsnelheid ter plaatse, te voldoen aan één van de volgende prestatieklassen:

Ontwerpsnelheid (V_0)	Prestatieklasse
≤ 50 km/u	T50
70 km/u	T80
90 km/u	T100
120 km/u	T110

Dit dient te worden geverifieerd door het aanbrengen van CE-markering conform NEN-EN 1317-5:2007+A2:2012 incl. Declaration of Performance en testen conform prEN 1317-7 per prestatieklasse, waarbij de locatie specifieke omstandigheden bepalend zijn of de terminal van één of meerdere kanten is aan te rijden en de testen voor BDT, UDTA of UDTD gelden.

4 Toepassing op Rijkswegen

4.1 Het wegontwerpproces

Bij het ontwerpen van Rijkswegen spelen veel verschillende factoren een rol. De meest optimale vormgeving van het wegontwerp en de weginrichting is niet altijd mogelijk. Er dient dan een afweging gemaakt te worden waarbij veiligheid, milieu, aanleg, beheer en onderhoud en maatschappelijke kosten een rol spelen. En voor betreft een veilige berminrichting spelen het kerend vermogen, de kans op secundaire ongevallen (risico derden) en het letselrisico een rol. Deze afweging is niet altijd makkelijk te maken. Het proces om tot een geaccepteerde vormgeving van het wegontwerp en de weginrichting te komen, staat beschreven in het kader wegontwerpproces. Toetsen op de ontwerpen worden gedaan door de opdrachtgever of wegbeheerder.

4.2 Verschillen obstakelbeveiligers en terminals

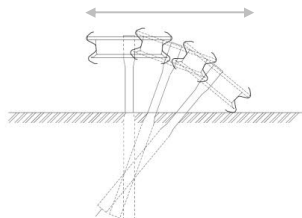
Sommige prestaties van terminals zijn vergelijkbaar aan die van obstakelbeveiligers wanneer de testen worden beschouwd. Enkele testen die zijn opgenomen in de EN 1317 voor terminals zijn dezelfde als die voor obstakelbeveiligers. Echter, niet alle testen en beoordelingen zijn gelijk aan elkaar. De voornaamste verschillen tussen terminals en obstakelbeveiligers zijn hieronder beschreven.

- Een terminal is ontworpen om te dienen als beginpunt of als eindpunt van een geleiderailconstructie;
- In het algemeen dient de terminal ervoor om voldoende krachten op te nemen van de geleiderailconstructie zodat de geleiderailconstructie kerend vermogen heeft;
- Een obstakelbeveiliging hoeft niet gekoppeld te zijn aan het te beschermen obstakel;
- Een obstakelbeveiliging heeft een energie absorberend vermogen, een terminal kan dat hebben. Maar een terminal kan ook niet energie absorberend zijn.

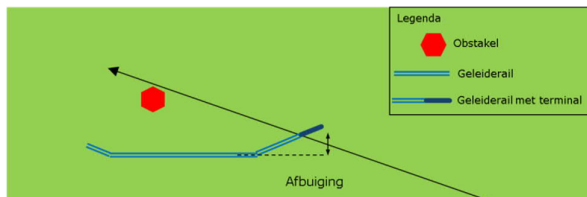
Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat terminals op het gebied van energie absorptie en aanrijdrichtingen gelijkwaardig kunnen zijn aan de obstakelbeveiliging. Bij toepassing dient de ontwerper hiermee rekening te houden.

4.3 Uitbuigen of afbuiging?

De termen uitbuiging en afbuiging lijken veel op elkaar en worden vaak met elkaar verward. Hieronder wordt het verschil nader uitgelegd.



De ruimte die een geleiderail constructie nodig heeft bij een aanrijding met een voertuig om te kunnen functioneren wordt de uitbuigingsruimte genoemd.



Door het beginpunt van de geleiderailconstructie verder van de rijbaan af te situeren kan met minder lengte aan constructie worden volstaan. De maat waarmee het beginpunt onder een hoek van 3 graden verder van de rijbaan wordt gesitueerd, heet afbuiging.