



© Agentschap Wegen en Verkeer

# Vademecum vergevingsgezinde wegen (VVW) deel gemotoriseerd verkeer





<b>Uitgegeven door</b>	Agentschap Wegen en Verkeer (AWV)
<b>Informatie</b>	Team Veiligheid en Ontwerp Afdeling Verkeer, Wegsystemen en Telematica Agentschap Wegen en Verkeer  wegenenverkeer.be verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be
<b>Datum</b>	20/12/2020
<b>Status</b>	Finale versie
<b>Versienummer</b>	2
<b>Stuurgroep</b>	Erik De Bisschop (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) Jelle Machiels (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) Niels Janssen (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) Kristof Mollu (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) Veerle Schoutteet (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) Bart Janssens (Wegen en Verkeer Antwerpen - AWV) Stan Bollen (Wegen en Verkeer Limburg - AWV) Laurens Deprez (Wegen en Verkeer West-Vlaanderen - AWV) Peter De Schouwer (Wegen en Verkeer Vlaams-Brabant - AWV) Tom Viaene (Wegen en Verkeer West-Vlaanderen - AWV)
<b>Tekeningen en Lay-out</b>	Tom Vermeir (Verkeer, Wegsystemen en Telematica - AWV) David Torbeyns (Inktvis, drukwerk en ontwerp)
<b>Depotnummer</b>	D/2020/3241/083



<b>Colofon</b> .....	<b>3</b>
<b>Inhoud</b> .....	<b>5</b>
<b>Lijst figuren</b> .....	<b>9</b>
<b>Lijst tabellen</b> .....	<b>11</b>
<b>Voorwoord</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Stappenplan</b> .....	<b>17</b>
<b>3 Stap 1: Zelfverklarend wegontwerp - Wegbeeld</b> .....	<b>19</b>
<b>4 Stap 2: Voorzien in een veiligheidsstrook</b> .....	<b>21</b>
4.1 Begrippen .....	21
4.1.1 Een obstakel.....	21
4.1.2 Veiligheidsstrook .....	22
4.2 Eisen veiligheidsstrook .....	23
4.2.1 Snelheid .....	23
4.2.2 Wegcategorie.....	24
4.2.3 Bogen.....	25
4.2.4 Taluds.....	25
4.2.4.1 Neergaand talud.....	26
4.2.4.2 Opgaand talud .....	28
4.2.4.3 Overgangsbogen .....	28
4.2.5 Overzicht.....	29
4.2.6 Middenbermen.....	29
4.2.7 Overgang snelheidsregimes .....	30
<b>5 Omgaan met obstakels</b> .....	<b>31</b>
5.1 Energie en krachten.....	31
5.1.1 Samenvatting.....	31
5.1.2 Algemeen.....	31
5.1.2.1 Kwetsuren .....	31
5.1.2.2 Energie.....	31
5.1.2.3 Krachten.....	32
5.1.2.4 Versnellingen op het menselijk lichaam.....	32
5.2 Risico-analyse .....	33
5.3 Wat zijn obstakels? .....	34
5.3.1 Inleiding.....	34
5.3.2 Bomen - groen .....	34
5.3.3 Steunpalen (verlichtingsmasten, palen en verkeersborden, ...).....	34
5.3.4 Bruggen.....	35



5.3.4.1	Bovenbrug.....	35
5.3.4.2	Onderbrug.....	35
5.3.5	Hellingen - taluds.....	35
5.3.6	Elektrische installaties.....	36
5.3.7	Waterpartijen (grachten, vijvers, ..).....	37
5.3.8	Geluidswerende constructies en andere verticale doorlopende voorwerpen van een zekere hoogte.....	37
5.3.9	Afscherpende constructies.....	37
5.4	Stap 3: Obstakels botsvriendelijk maken.....	38
5.4.1	Grachten en kopmuren.....	38
5.4.2	Steunpalen.....	39
5.4.3	Taluds / hellingen.....	41
5.5	Stap 4: Afscherpende constructies.....	43
5.5.1	Inleiding.....	43
5.5.2	Europees kader.....	43
5.5.2.1	Europese normen.....	43
5.5.2.2	CE-Markering.....	43
5.5.3	Geleideconstructies.....	44
5.5.3.1	Regelgeving.....	44
5.5.3.2	Kerend vermogen.....	45
5.5.3.3	Schokindex.....	45
5.5.3.4	Genormaliseerde werkingsbreedte (en dynamische deflectie).....	46
5.5.3.5	Genormaliseerde voertuigoverhelling.....	47
5.5.3.6	Minimale lengtes.....	48
5.5.3.7	Sneeuwruimcriteria.....	49
5.5.3.8	Bestaande constructies.....	49
5.5.4	Begin- en eindstukken.....	50
5.5.4.1	Geteste beginconstructies.....	51
5.5.4.2	(Uitgebogen) beginstukken.....	52
5.5.4.3	Eindstukken.....	52
5.5.5	Obstakelbeveiligers.....	52
5.5.6	Overgangsconstructies.....	53
5.5.7	Dilatatie-element bij brugvoegen.....	56
5.5.8	Motorvangplanken.....	57
5.5.9	Duurzaamheid.....	57
5.5.10	Keuze van een type afscherpende constructie.....	57
5.5.10.1	Algemeenheden.....	57
5.5.10.2	Grootte van het risico.....	58
5.5.10.3	Beschikbare ruimte.....	58
5.5.10.4	Tijdelijke constructies.....	58
5.5.10.5	Verwijderbare geleideconstructies en doorsteken.....	59
5.5.11	Pechhavens.....	60
5.5.12	Veiligheidsnissen (hulpvoertuig, nooddeuren) in tunnels.....	61
5.5.13	Beslissingsboom.....	62
5.5.14	Standaardvereisten.....	63
5.5.15	Gebruik van obstakelbeveiligers.....	64
5.5.16	Voorbeelden.....	64
5.5.16.1	Autosnelwegen zonder speciale extra risico's → H2.....	64

5.5.16.2	Bruggen waar men over rijdt op autosnelwegen → H2, H3 of H4b	65
5.5.16.3	Pijlers van bruggen over de rijbaan bij autosnelwegen → H4b en VI	65
5.5.16.4	Steunen in zijbermen voor seinbruggen bij autosnelwegen → H4b	65
5.5.16.5	Middenberm van autosnelwegen → H4b of 2 x H2	66
<b>6</b>	<b>Stap 5: Plaatsing en controle</b>	<b>67</b>
6.1	Controle uitvoering vergevingsgezin ontwerp	67
6.2	Certificatie- en leveringscontrole nieuw te plaatsen afschermende constructies	67
6.3	Controle van de uitvoering en grondkarakteristieken	68
6.3.1	Plaatsingscontrole	68
6.3.2	Grondkarakteristieken	68
6.3.3	Controle na plaatsing	69
6.3.3.1	Steunpalen met passieve veiligheid	69
6.3.3.2	Geleideconstructies	69
6.3.3.3	Niet geteste beginstukken	70
6.3.3.4	Beginconstructies	71
6.3.3.5	Eindconstructies	71
6.3.3.6	Overgangsconstructies	71
6.3.3.7	Obstakelbeveiliger	71
6.3.4	Correct afrekenen	71
<b>7</b>	<b>Stap 6: Beheer en onderhoud</b>	<b>73</b>
7.1	Vervangen of nieuw plaatsen	73
7.1.1	Geleideconstructies die niet succesvol getest zijn volgens de normenreeks NBN EN 1317	73
7.1.2	Geleideconstructies die wel succesvol getest zijn volgens de normenreeks NBN EN 1317	73
7.2	Compatibiliteit	74
<b>8</b>	<b>Bijlage</b>	<b>75</b>
8.1	Principe motorvangplanken	75
8.1.1	Absorberende afstand	75
8.1.2	Beugelafstand	75
8.1.3	Bevestiging van de beugel	76
8.1.4	Overlapping motorvangplanken	77
8.2	Grondproeven	78
8.2.1	Doelstelling	78
8.2.2	Bepalen van de bodemkenmerken	78
8.2.3	Aanpassen van de 'systeempaal'	79
8.3	Schematische tekeningen afschermende constructies	80
8.4	Bijlage gekende afschermende constructies	80
	<b>Begrippenlijst</b>	<b>81</b>
	<b>Referentielijst</b>	<b>85</b>





## Lijst figuren

figuur 1: Stappenplan .....	18
figuur 2: Begrippen .....	23
figuur 3: Relatie tussen de kans bereiken obstakel en afstand obstakel op rechte wegen .....	24
figuur 4: Neergaand talud (geen obstakel) .....	26
figuur 5: Neergaand talud tussen 12,5% en 25% .....	27
figuur 6: Neergaand talud als obstakel .....	27
figuur 7: Opgaand talud (geen obstakel) .....	28
figuur 8: Opgaand talud steiler dan 25% .....	28
figuur 9: Elektrische installatie .....	36
figuur 10: Waterpartijen .....	37
figuur 11: Botsvriendelijke kopmuren .....	38
figuur 12: Ontwerp ondiepe gracht .....	38
figuur 13: Energie-absorptie klassen .....	39
figuur 14: Keuze afschermende constructies .....	44
figuur 15: Gemeten werkingsbreedte $W_m$ en dynamische uitwijking $D_m$ .....	46
figuur 16: Voertuigoverhelling .....	47
figuur 17: Theoretische afscherming obstakel enkele rijrichting .....	48
figuur 18: Theoretische afscherming obstakel beide rijrichtingen .....	49
figuur 19: Te respecteren (lengte) afstanden bij afschermende constructies .....	49
figuur 20: Types STEP-profiel, F-shape en New Jersey-profiel .....	50
figuur 21: Dwarsdoorsnede van metalen vangrails voor Europese normering type A, type B, type C en type D ..	50
figuur 22: Werkingsbreedte begin- en eindconstructies .....	51
figuur 23: Vormgeving uitbuiging op wegen tot 90 km/h (type 1; R = 10 m) .....	52
figuur 24: Vormgeving uitbuiging op wegen vanaf 90 km/h (type 2; L = 25 m) .....	52
figuur 25: Principetekening obstakelbeveiliger .....	52
figuur 26: Gevolgen verkleining van de werkingsbreedte .....	54
figuur 27: Gevolgen van een slechte montage bij overgangsconstructies .....	54
figuur 28: Overlapping .....	56
figuur 29: Dilatatie-element bij betonnen afschermende constructie .....	56
figuur 30: Tijdelijke geleideconstructie in bogen .....	59
figuur 31: Bovenaanzicht A: doorsteek afsluiten met eenzelfde kerend vermogen .....	59
figuur 32: Bovenaanzicht B: doorsteek afsluiten met hoger kerend vermogen .....	60
figuur 33: Pechhavens .....	61
figuur 34: Veiligheidsuitrusting tunnels .....	61
figuur 35: Vereenvoudigd risicomodel snelheid > 90 km/h en op hoofdwegen .....	62
figuur 36: Vereenvoudigd risicomodel snelheid $\leq$ 90 km/h .....	62
figuur 37: Risico omzetten naar kerend vermogen .....	63
figuur 38: Referentievlakken (hout-) stalen constructies .....	69
figuur 39: Referentievlakken betonnen constructies .....	70
figuur 40: Absorberende afstand en installatiehoogte motorvangplank .....	70
figuur 41: Alignering afschermende constructies .....	70
figuur 42: Absorberende afstand en installatiehoogte motorvangplank .....	75
figuur 43: Beugelafstand ter hoogte van paal .....	75
figuur 44: Beugelafstand tussen palen .....	76

figuur 45: Beugelafstand zowel ter hoogte van paal als tussen palen .....	76
figuur 46: Bevestiging beugel .....	76
figuur 47: Eerste configuratie beugels .....	77
figuur 48: Overlap motorvangplanken .....	77
figuur 49: Testopstelling .....	78
figuur 50: Doorsnede HEB-profiel .....	78
figuur 51: Schematische weergave afscherpende constructies .....	80

## Lijst tabellen

tabel 1:	Minimale dimensionering redresseerstrook.....	22
tabel 2:	Reductiefactor per wegcategorie.....	24
tabel 3:	Nodige veiligheidsstrook per snelheidsregime.....	24
tabel 4:	Verhogingsfactor volgens de boogstraal.....	25
tabel 5a:	Breedte veiligheidsstrook ASW en Primair I rechtdoor, bochten, bij talud tot 12,5% dalen ifv snelheid.....	29
tabel 5b:	Breedte veiligheidsstrook ASW en Primair I rechtdoor, bochten, bij talud tussen 12,5% en 25% dalen ifv snelheid.....	29
tabel 6:	Minimum breedte veiligheidsstrook ter hoogte van de middenberm.....	30
tabel 7:	Minimale wanddiktes volgens SB250.....	35
tabel 8:	Kerend vermogen (snel voertuig categorie H: 100km/h categorie L: 110 km/h).....	45
tabel 9:	Klassen van schokindex.....	46
tabel 10:	Genormaliseerde werkingsbreedte.....	47
tabel 11:	Voertuigoverhellingsindex.....	48
tabel 12:	De risico's van overgangsconstructies.....	53
tabel 13:	Overgangsconstructies.....	55
tabel 14:	Bodemcategorieën.....	78



Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) staat in voor het beheer, het onderhoud en de optimalisatie van ruim 7700 km fietspaden en circa 7000 km gewestwegen en autosnelwegen in Vlaanderen. Een veilige, vlotte en duurzame mobiliteit voor alle weggebruikers staat hierin centraal, reeds van in het begin van het ontwerpproces.

Het AWV heeft in 2014 voor de eerste keer een handboek 'Vergevingsgezinde Wegen' opgesteld dat betrekking heeft op een vergevingsgezinde infrastructuur voor het gemotoriseerd verkeer. Dit Vademecum vergevingsgezinde wegen (VWV) deel gemotoriseerd verkeer is een update van dit handboek volgens de normering en inzichten anno 2020. Het vademecum bevat aanbevelingen en denkkaders waarbinnen de ontwerper zijn keuzes kan motiveren. In deze nieuwe versie wordt ook de ontbrekende info aangevuld. Bovendien worden de thema's uitvoering en onderhoud uitgebreider besproken. Naast het VWV deel gemotoriseerd verkeer is er ook een VWV deel kwetsbare weggebruikers dat zorgt voor praktische richtlijnen om zowel bestaande als nieuwe infrastructuur voor kwetsbare weggebruikers vergevingsgezin te maken.

De scope van dit vademecum richt zich op de vergevingsgezinde inrichting van de berm langs wegen. Hierbij wordt gekeken vanuit het oogpunt van de personen in de gemotoriseerde voertuigen. Specifieke situaties zoals kruispunten, bypassen, rotondes, schoolomgevingen, asverschuivingen, vluchtheuvels, ... worden hier niet besproken. Hiervoor wordt verwezen naar de bestaande vademecums en dienstorders.

Vergevingsgezindheid was een van de 5 principes<sup>[1]</sup> uit Duurzaam veilig. In de huidige invulling van Duurzaam veilig<sup>[2]</sup>, komt vergevingsgezindheid vooral naar boven in het veiligheidsprincipe "Biomechanica".

Het VWV deel gemotoriseerd verkeer is tot stand gekomen met de inbreng van een werkgroep bestaande uit vertegenwoordigers van het AWV. Daarnaast zijn ook de suggesties vanuit de Werkkamer infrastructuur van het Vlaams Huis Verkeersveiligheid meegenomen in deze herziening.

**Dit is een update van het handboek Vergevingsgezinde Wegen. In de toekomst zullen er updates gepubliceerd worden. Opmerkingen en vragen kunnen in tussentijd via e-mail bezorgd worden aan de afdeling Verkeer, Wegsystemen en Telematica van het Agentschap Wegen en Verkeer ([verkeer.wegsystemen.telematica@mowvlaanderen.be](mailto:verkeer.wegsystemen.telematica@mowvlaanderen.be)).**

1 Functionaliteit, Homogeniteit, Herkenbaarheid, Vergevingsgezindheid en Statusonderkenning

2 Functionaliteit, Biomechanica, Psychologica, Verantwoordelijkheid, Leren en Innoveren





Bij het ontwerp van een weg wordt gestreefd om naar een zelfverklarend wegbeeld of een leesbare weg te evolueren. Dit wil zeggen dat de kenmerken en inrichting van een weg overeenstemmen met de verwachtingen van de gebruikers van die weg. Op deze manier zet de rijomgeving aan tot gepast en behoedzaam rijgedrag.

Tot op vandaag zijn het voornamelijk mensen die met wagens rijden en mensen maken wel eens fouten (Hillier, 2002<sup>[1]</sup>; AASHTO, 2009<sup>[2]</sup>). Maar ook de techniek van voertuigen is niet onfeilbaar. Nieuwe wagens worden alsmaar meer uitgerust met gevoelige elektronische apparatuur die bedoeld is om de wagen veiliger te maken maar hem eveneens kwetsbaarder maakt. Daarnaast zijn er ook veel omgevingsfactoren waar bestuurders weinig vat op hebben: overstekend wild, een keitje tegen de voorruit, een ander voertuig, ...<sup>[2]</sup> Al deze factoren kunnen er mee oorzaak van zijn dat een wagen van zijn rijstrook raakt.

Wanneer deze voertuigen alsnog gecontroleerd tot stilstand kunnen gebracht worden, verminderen de gevolgen van een ongeval en verhogen de overlevingskansen voor de inzittenden. Dit gebeurt door een veiligheidsstrook te voorzien waarin de bestuurder zijn fout kan herstellen of eventueel ongehinderd tot stilstand kan komen. Hoe minder bruusk hij tot stilstand komt of wordt gebracht, hoe kleiner de kans op zware verwondingen of erger. In die strook staan dan als uitgangspunt geen obstakels.

Een vergevingsgezinde weg is ontworpen vanuit bovenstaand principe, waarbij het vademecum focust op de situatie wanneer gemotoriseerde voertuigen van de weg af raken. In dit vademecum wordt dit principe dieper uitgewerkt: de basisprincipes van energie en krachten, inschatten van risico's, veiligheidsstroken, stopstroken en redresseerstroken, omgaan met obstakels, ... om uiteindelijk te komen tot de laatste toevlucht voor de wegbeheerder "de afschermdende constructie". In de verschillende hoofdstukken wordt nader ingegaan op de wettelijke vereisten, de normering en bijhorende CE-markering, de plaatsingsaanbevelingen en de voorschriften opgenomen in het Standaardbestek 250 voor de wegenbouw en in het Standaardbestek 270 voor de elektro-mechanische uitrustingen.

In vergelijking met het voorgaande handboek "Vergevingsgezinde wegen" zijn enkele aspecten gewijzigd en/of aangevuld. Ten eerste is het stappenplan gedetailleerder opgemaakt zodat dit werkbaarder is gemaakt. Vervolgens is de volledige structuur volgens dit stappenplan aangepast. Ook is een nieuw hoofdstuk over het wegbeeld toegevoegd waarbij een zelfverklarend ontwerp en wegbeeld uitgelegd wordt. Daarnaast zijn de hoofdstukken over de taluds, redresseerstrook, veiligheidsstrook en middenberm gewijzigd conform het Vademecum weginfrastructuur (VWI) deel autosnelwegen. Verder is er geen onderscheid gemaakt bij de ontwerp-richtlijnen tussen auto's en moto's omdat er enerzijds moeilijk onderscheid kan gemaakt worden tussen wegen waar moto's toegelaten zijn en waar niet en anderzijds omdat de ontwerp-richtlijnen rekening houden met motorrijders, zonder ze als een afzonderlijke categorie van weggebruikers te behandelen. Ook is het hoofdstuk afschermdende constructies aangevuld volgens de huidige normen. Bovendien worden hierin begin- en eindstukken, dilatatie-elementen en pechhavens uitgelegd. Tot slot zijn twee nieuwe hoofdstukken toegevoegd, namelijk hoofdstuk 6 'Plaatsing en controle' en hoofdstuk 7 'Beheer en onderhoud'. Deze twee hoofdstukken geven meer richtlijnen over wat er tijdens en na de uitvoering dient te gebeuren.

Het vademecum is bedoeld om bij nieuwe projecten en bij grondige wijzigingen van bestaande projecten, de ontwerpers inzicht te geven in de filosofie achter het vergevingsgezinnd ontwerpen en aanleggen van de wegberm voor gemotoriseerd verkeer. Daarnaast geeft het ook richtlijnen om bij onderhoud en herstellingen de vergevingsgezindheid van de wegberm te bewaken.

1 Hillier, 2002: Diagram van Hillier geeft aan dat in 94% van de ongevallen de mens een rol speelt in het ontstaan van een ongeval

2 Uit onderzoek van AASHTO, 2009 blijkt dat in bijna de helft van de ongevallen (43%) andere dan menselijke factoren een rol spelen



## 2 Stappenplan

Een vergevingsgezinde weg heeft in grote lijnen drie fasen gedurende zijn levensduur: ontwerp, uitvoering en beheer en onderhoud. Om gedurende de hele levensduur tot een vergevingsgezinde weg te komen en de vergevingsgezindheid ervan te bewaken is onderstaand stappenplan uitgewerkt.

Bij elk nieuw project wordt vanaf stap 1 gestart. In deze stap kijkt de ontwerper de plannen na of deze het gewenste wegbeeld geven. Dit is afhankelijk van de omgeving, wegcategorie, gewenst gebruik, wegindeling, signalisatie ...

In de tweede stap wordt de veiligheidsstrook bepaald. De veiligheidsstrook bestaat uit een redresseerstrook en een obstakelvrije stopstrook. Vanaf deze stap kan men onmiddellijk tot een vergevingsgezin ontwerp komen indien het ontwerp aan alle eisen voldoet.

Als het ontwerp niet voldoet aan stap 2, wordt stap 3 gehanteerd. Daarbij worden de obstakels in de stopstrook botsvriendelijk gemaakt. Indien het hierbij mogelijk is om al deze obstakels botsvriendelijk te maken, bekomt men eveneens een vergevingsgezin ontwerp.

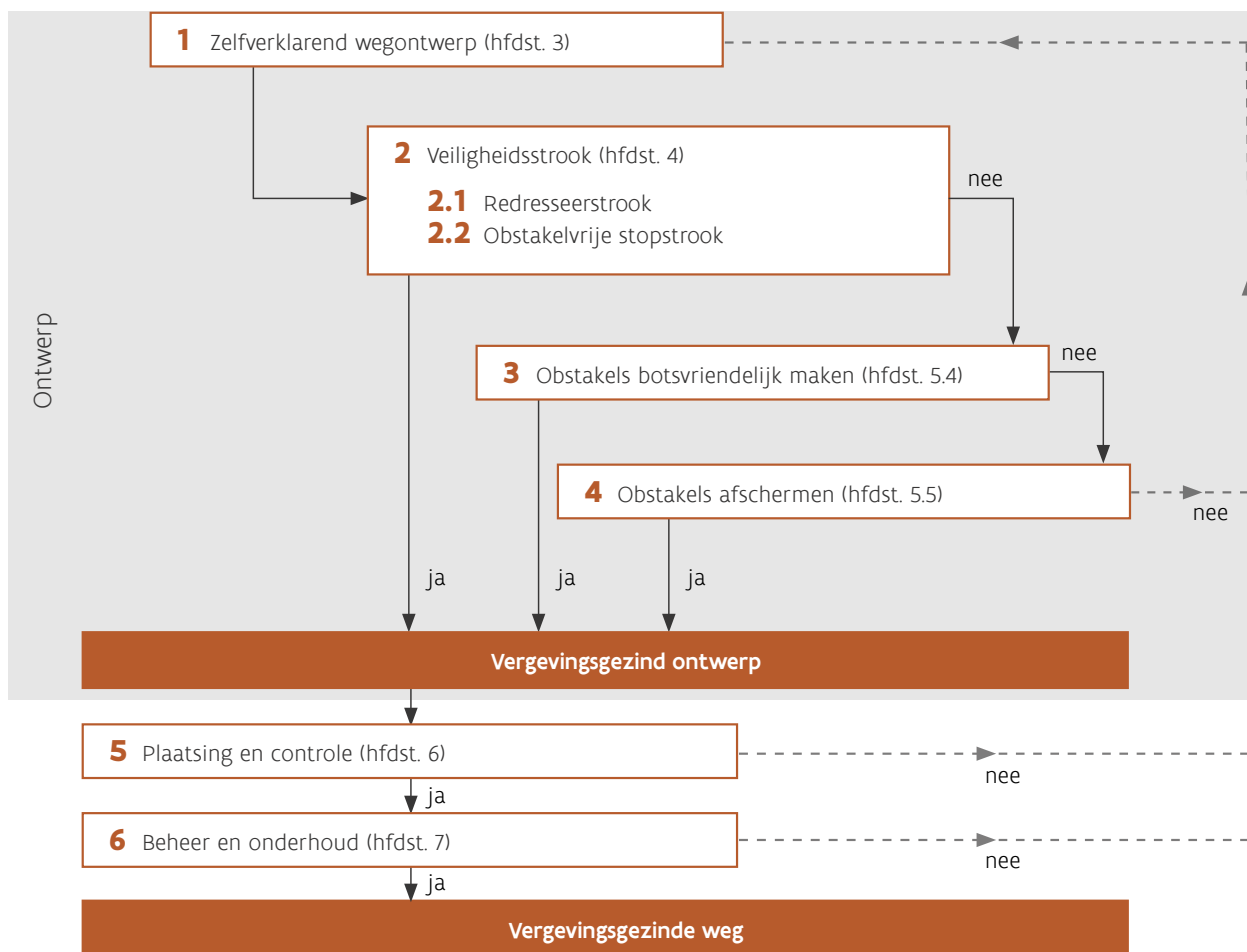
In stap 4 worden alle overige obstakels voorzien van een afschermende constructie zodat ze moeilijk bereikt kunnen worden door een dwalend voertuig. Daarbij worden de mogelijkheden uitvoerig besproken om zo de correcte keuze te maken. Indien ook met deze stap niet alle obstakels worden geëlimineerd, dient men opnieuw bij stap 1 te starten.

Stap 5 beschrijft de overgang van het vergevingsgezinde ontwerp naar de praktijk. Daarbij wordt gefocust op de belangrijkste aandachtspunten bij het uitvoeren van dit ontwerp. Ook wordt besproken welke informatie van belang is om de laatste stap uit te voeren.

De laatste stap (stap 6) is het beheer en onderhoud van een vergevingsgezinde weg. Hierbij worden de aandachtspunten tijdens onderhoud en herstellingen beschreven. Alleen zo blijft na eventuele herstellingen van schade/slijtage de vergevingsgezinde weg in stand.

Als ook aan stap 6 met succes voldaan is, bekomt en behoudt men een vergevingsgezinde weg.

Op volgende pagina is het stappenplan schematisch weergegeven.



figuur 1: Stappenplan

### 3 Stap 1: Zelfverklarend wegontwerp - Wegbeeld

Het wegbeeld is het beeld dat de weggebruiker ervaart wanneer hij zich op de weg verplaatst. Het wegbeeld wordt bepaald door de samenhang tussen de vormgeving en het technische ontwerp van de weg, de wegaanhorigheden (signalisatie, ...) en de omgevingsfactoren. Omdat het wegbeeld bepaalt hoe de weggebruiker de weg ervaart, is het uiteindelijk ook voor een belangrijk deel bepalend voor het rijgedrag van de individuele weggebruiker. Hierdoor heeft het wegbeeld ook een invloed op de doorstroming, verkeersleefbaarheid en de verkeersveiligheid.

Idealiter dient het ontwerp van de weg, samen met de wegaanhorigheden en de omgevingsfactoren, het beeld op te roepen dat hoort bij de functie en het gewenste gebruik van de weg. Dit heet dan een "zelfverklarende weg" of "zelfverklarend wegontwerp".

Een wegbeeld is dus zelfverklarend wanneer het in overeenstemming is met de verwachtingen van de weggebruikers (Theeuwes en Godthelp, 1995). Dit volgt uit het herkenbaarheidsprincipe. Het principe van herkenbaarheid is gebaseerd op het idee dat menselijke fouten (en daarmee verkeersongevallen) voorkomen kunnen worden door een wegomgeving aan te bieden die herkenbaar en voorspelbaar is. De kenmerken van de weg moeten de weggebruiker meteen duidelijk maken op wat voor weg hij rijdt, welk rijgedrag er van hem en de andere verkeersdeelnemers wordt verwacht, en welke andere verkeersdeelnemers hij op die weg kan aantreffen. De weg moet dus als het ware te 'lezen' zijn door de weggebruiker. Zo wordt de voorspelbaarheid van het verkeerssysteem groter en kunnen onzeker gedrag en daaruit voortvloeiende ongevallen worden voorkomen (SWOV, 2012).

De eerste stap of het uitgangspunt bij het creëren van een "vergevingsgezinde weg" is dus zorgen voor een zelfverklarend wegontwerp. Dit vademecum heeft echter niet de ambitie om deze inrichtingsprincipes te bespreken. Voor meer informatie over een goed wegontwerp, wordt verwezen naar de actuele ontwerphandboeken, vademecums en dienstorders.





## 4 Stap 2: Voorzien in een veiligheidsstrook

### 4.1 Begrippen

#### 4.1.1 Een obstakel

Een obstakel is een vast voorwerp dat voor uit koers geraakte voertuigen bij aanrijding aanzienlijke voertuigvertragingen oplevert en daardoor ernstige schade aan het voertuig en/of een grotere kans op ernstig (dodelijk) letsel aan de inzittenden of derden kan veroorzaken.

Het begrip "obstakel" moet hier in zijn ruimste betekenis in relatie met het begrip "schade" worden beschouwd als:

- obstakels die zich boven het normale maaiveld (> 10 cm) bevinden (bijvoorbeeld brugpijlers, steunen van seinbruggen, allerhande andere zware steunpalen van constructies, ...);
- obstakels die zich onder het normale maaiveld bevinden (bijvoorbeeld kopmuren in grachten);
- alles wat een risico van afvallen (bijvoorbeeld brugrand) of van kantelen (bijvoorbeeld steile talud, grachten, ...) inhoudt.

In hoofdstuk 5 "Omgaan met obstakels" wordt verder ingegaan op het begrip obstakel.

Een botsvriendelijk obstakel is een voorwerp dat bij aanrijding door een voertuig de letselernst voor de inzitten reduceert. Voorwerpen die van nature botsvriendelijk zijn vallen hier ook onder (ondiepe grachten, struikgewas, ...).

Daarnaast kunnen zich ook losse obstakels op de weg bevinden (zoals geparkeerde vrachtwagens, containers, ...). Deze zijn telkens van tijdelijke aard en horen eveneens niet thuis in de vergevingsgezinde zone. Autoparkeren langs een 50 km/h weg kan nog risicogewijs getolereerd worden, maar vrachtwagenparkeren langs 70 km/h is een groot risico. Het is aan de ontwerper van nieuwe infrastructuur om de verschillende problematieken goed tegen elkaar af te wegen. Door of samen met de gemeenten kan er bijvoorbeeld gezocht worden naar geschikte parkeerplaatsen voor vrachtwagens zodat het systematische langsparkeren vermeden kan worden. Andere maatregelen om te voorkomen dat langsparkeren van vrachtwagens plaatsvindt bestaan erin om de breedte van het parkeervak te beperken, de lengte van de parkeervakken te beperken of een specifiek verbod op te leggen.

## 4.1.2 Veiligheidsstrook

De benodigde ruimte om gecontroleerd tot stilstand te komen – verder **veiligheidsstrook** genoemd – kan in twee deelstroken worden opgedeeld:

- Een **redresseerstrook** is een verharde strook van beperkte breedte, naast de rijbaanbreedte<sup>1)</sup>, bedoeld om weggebruikers gelegenheid te geven hun koers te corrigeren. Dit betekent dat een redresseerstrook absoluut vrij dient te zijn van obstakels en dat er eisen worden gesteld aan het niveauverschil t.o.v. de aanliggende wegverharding.

In tabel 1 worden principieel de minimale eisen per wegcategorie en snelheidsregime weergegeven.

wegcategorie	snelheidsregime	minimale eisen <sup>2)</sup>
hoofdwegen (en autosnelwegen)	onafhankelijk snelheid	75 cm
		geen niveauverschil
primaire wegen <sup>3)</sup>	onafhankelijk snelheid	60 cm
		geen niveauverschil
secundaire en lokale wegen	≥ 70 km/h	30 cm
		toegelaten <sup>4)</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• verzonken (max. 1 cm) kantstrook</li> <li>• watergreppel type IIa2, II d2 of II e2 of gelijkaardig profiel (diepte ≤ 3,5 cm)</li> <li>• het vlakke gedeelte van "trottoirband-watergreppels"</li> </ul>
	50 km/h	geen minimale eisen van toepassing
	30 km/h	geen minimale eisen van toepassing

tabel 1: Minimale dimensionering redresseerstrook

- De **stopstrook** is een (onverhard) gedeelte van de wegberm naast de redresseerstrook. In deze strook zal de bestuurder zich niet meer kunnen corrigeren maar zal hij toch zonder al te veel risico's gecontroleerd tot stilstand kunnen komen. Indien de berm onverhard is, moet deze de nodige draagkracht hebben om de kans op kantelen of rollen te verkleinen. Er moet getracht worden deze strook zoveel mogelijk obstakelvrij te houden. Wanneer dit niet mogelijk is, moeten maatregelen genomen worden om de gevolgen van een eventueel ongeval te beperken.

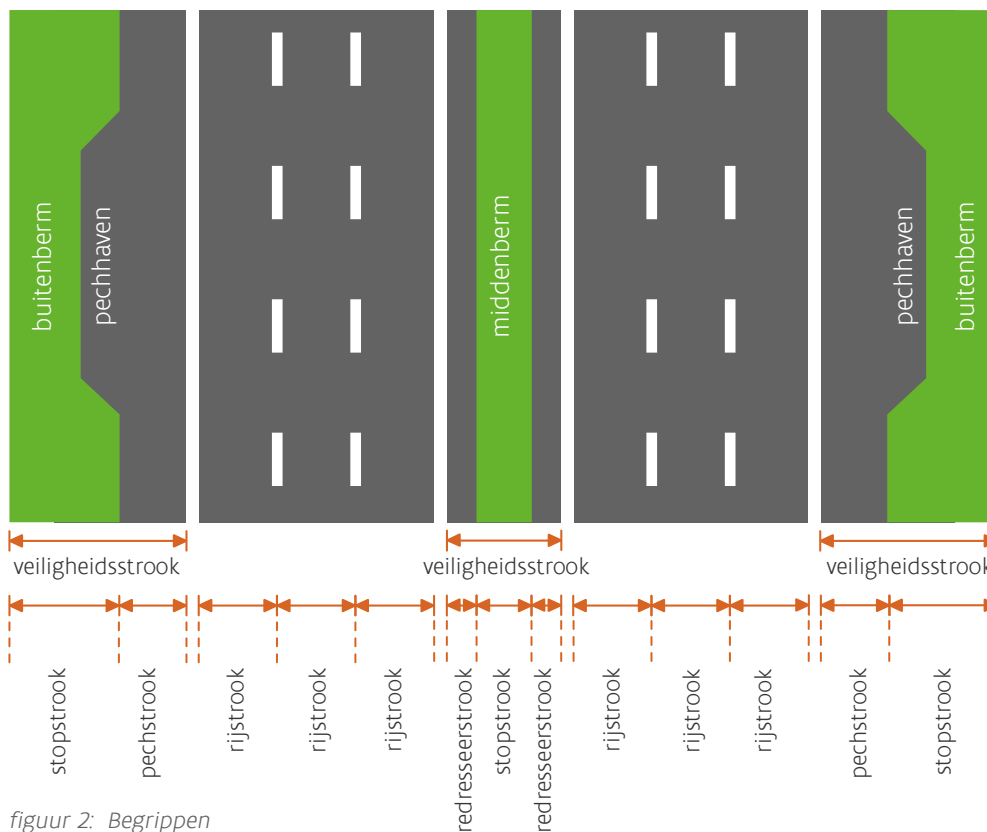
<sup>1)</sup> De rijbaanbreedte is de breedte van de buitenkant van de randlijn tot de buitenkant van de tegenoverliggende randlijn. Bij afwezigheid van een randlijn is de rijbaanbreedte gelijk aan de verhardingsbreedte.

<sup>2)</sup> Het betreft minimale eisen voor de redresseerstrookbreedte. De redresseerstrook mag breder uitgevoerd worden dan de minimale eisen, maar er moet over gewaakt worden dat het wegbeeld niet te breed wordt en/of foutief geïnterpreteerd kan worden door de weggebruiker.

<sup>3)</sup> Er wordt uitgegaan van een ontwerpsnelheid van ≥ 90 km/h voor de inrichting van primaire wegen. Als hier niet aan voldaan wordt, dienen de eisen voor de inrichting van de redresseerstrook voor secundaire en lokale wegen toegepast te worden.

<sup>4)</sup> Voor meer informatie zie de Belgische norm NBN B 21-411 Betonboordstenen - Toepassingsvoorschriften.

De veiligheidsstrook geldt vanaf de rand van de betrokken rijstrook (dit is de buitenkant van de markering – zie figuur 2). Voor een weg met een pechstrook omvat de veiligheidsstrook voor de rechterraand van de weg steeds de breedte van deze pechstrook. De pechstrook fungeert in dat geval als "brede" redresseerstrook.



figuur 2: Begrippen

Hoe groot de veiligheidsstrook moet zijn hangt af van verschillende parameters. Een vereenvoudigd model dat rekening houdt met de effectief gereden snelheid, de aard van de weg, de aanwezigheid van taluds en de boogstralen, wordt hieronder beschreven.

Geavanceerdere modellen zijn terug te vinden in AASHTO Roadside Design Guide (AASHTO, 2011) of in het Main Roads Western Australia Assessment Of Roadside Hazards (Western Australia, 2007) waar onder meer, om het begrip "kans" verder te verfijnen, ook rekening gehouden wordt met het aandeel vrachtwagens, de densiteit van het verkeer ...

## 4.2 Eisen veiligheidsstrook

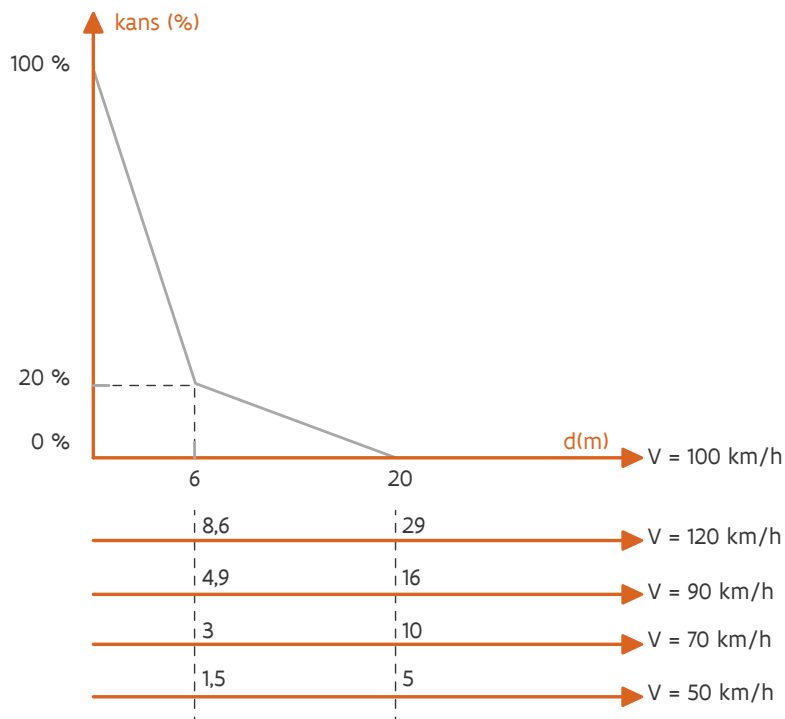
### 4.2.1 Snelheid

Hoe breed de veiligheidsstrook minimaal moet zijn, is in eerste plaats afhankelijk van de ontwerpsnelheid horende bij een wegcategorie. Bij ingrepen op bestaande wegen kan men best ook kijken naar de effectieve gereden snelheid  $v_{85}$ . De  $v_{85}$ -snelheid komt overeen met de 85-percentiel snelheid. Dit is de daadwerkelijke snelheid die door 85% van de bestuurders niet wordt overschreden in normale weersomstandigheden. Ze weerspiegelt de snelheid die een ruime meerderheid (85%) van bestuurders als redelijk en veilig beschouwt in ideale omstandigheden.

Figuur 3 geeft een vereenvoudigde relatie weer tussen de kans om een obstakel te bereiken en de afstand van dat obstakel ten opzichte van de rand van de rijbaan voor een hoofdweg of primaire weg.

Op rechte stukken weg, zonder hellende wegberm, kan men figuur 3 hanteren om de veiligheidsstrook te bepalen. Omdat een obstakel bereiken niet altijd betekent dat er ernstige schade of letsels zijn, wordt in Vlaanderen doorgaans een kans van 20% als aanvaardbaar genomen. Dit betekent bijvoorbeeld dat voor rechte stukken autosnelweg een veiligheidsstrook van 8,6 m breedte aan te raden is.

Indien de gevolgen van een ongeval groot kunnen zijn, dient men goed te overwegen of deze 20% kans (20% kans dat een voertuig toch het obstakel bereikt) niet verkleind moet worden en er dus voorzien moet worden in een bredere veiligheidsstrook.



figuur 3: Relatie tussen de kans bereiken obstakel en afstand obstakel op rechte wegen

#### 4.2.2 Wegcategorie

Daarnaast speelt ook de wegcategorie en de bijhorende te verwachten verkeersintensiteit een rol. De kans dat een voertuig van de weg geraakt is groter bij veel autoverkeer en een groot aandeel vrachtverkeer, dit is zo voor hoofdwegen en primaire wegen type I. Bij een lagere intensiteit van het verkeer, neemt de kans dat een voertuig van zijn rijbaan geraakt ook af. Voor elke wegcategorie is een reductiefactor vastgelegd, deze wordt weergegeven in tabel 2.

wegcategorie	reductiefactor ( $f_R$ )
hoofdwegen	1
primaire wegen I	1
primaire wegen II	0,9
secundaire wegen	0,8
lokale wegen	0,7

tabel 2: Reductiefactor per wegcategorie

De twee voorgaande gegevens worden samen weergegeven in tabel 3. Daarbij is voor elke wegcategorie en snelheidsregime de breedte van de veiligheidsstrook weergegeven.

categorie snelheid ( $V_{85}$ Of $V_{ontwerp}$ )	hoofdwegen	primaire wegen I	primaire wegen II	secundaire wegen	lokale wegen
reductiefactor	1	1	0,9	0,8	0,7
30 km/h	n.v.t.				
50 km/h	1,5 m	1,5 m	1,4 m	1,2 m	1,1 m
70 km/h	3,0 m	3,0 m	2,7 m	2,4 m	2,1 m
90 km/h	4,9 m	4,9 m	4,4 m	3,9 m	3,4 m
100 km/h	6,0 m	6,0 m	5,4 m	nvt	nvt
120 km/h	8,6 m	8,6 m	7,7 m	nvt	nvt

tabel 3: Nodige veiligheidsstrook per snelheidsregime en wegcategorie

### 4.2.3 Bogen

In bogen geldt: hoe kleiner de boogstraal, hoe meer kans dat een voertuig van de rijbaan geraakt en daarbij een obstakel raakt. Tabel 4 geeft de verhogingsfactor  $f$  volgens de boogstraal.

boogstraal ( $R$ )	verhogingsfactor ( $f$ )
$\geq 1000$ m	1.0
$100$ m $< R < 1000$ m	1.2
$\leq 100$ m	1.5

tabel 4: Verhogingsfactor volgens de boogstraal

Om de veiligheidsstrook in bogen te bepalen geldt dus volgende formule:

$$W = (d_0 - \frac{d_0 - d_{20}}{f}) * f_R$$

Hierin is:

- $W$  : breedte veiligheidsstrook
- $d_0$  : waarde van  $d$  (in meter) waarbij de kans 0% bedraagt in rechte baan, volgens figuur 3;
- $d_{20}$  : waarde van  $d$  (in meter) waarbij de kans 20% bedraagt in rechte baan volgens figuur 3;
- $f$  : de verhogingsfactor volgens tabel 4;
- $f_R$  : reductiefactor uit tabel 2.

Een voorbeeld

De veiligheidsstrook bepalen van een secundaire weg met een  $v_{85}$  van 70 km/h in een boog met een boogstraal van 80 m:

Volgens figuur 3 dient hier een obstakelvrije zone van 3 m voorzien te worden. Aangezien het om een secundaire weg gaat, wordt hierop een reductiefactor (tabel 2) toegepast van 0,8. Bovendien is de boogstraal kleiner dan 100 m waardoor de veiligheidsstrook verhoogd dient te worden (volgens de specifieke formule) met de verhogingsfactor 1,5 uit tabel 4. Dit geeft dan volgend resultaat:

$$W = (d_0 - \frac{d_0 - d_{20}}{f}) * f_R = \text{breedte veiligheidsstrook}$$

$$(10 \text{ m} - \frac{10 \text{ m} - 3 \text{ m}}{1,5}) * 0,8 = 4,27 \text{ m}$$

De veiligheidsstrook dient in deze boog minimaal 4,27 m te bedragen.

### 4.2.4 Taluds

Een talud is een hellend vlak van een ingraving of ophoging. Taluds kunnen op drie manieren voorkomen:

- neergaand talud;
- opgaand talud;
- sloten en beken.

Een talud heeft de volgende functies:

- overwinnen hoogteverschil tussen weg en omgeving;
- afvoeren van hemelwater;
- inpassing weg/lichaam in landschap.

Tussen de rand van de verharding en het begin van een talud is standaard een afwaarts hellende berm voorzien ten behoeve van de afwatering. Deze berm is in principe minimum 1,00 m breed, heeft een dwarsshellingspercentage van 5% en ligt meestal binnen de veiligheidsstrook.

Als de helling van een talud te groot is, ontstaat er kantelgevaar voor een uit koers geraakt voertuig. Wanneer een talud binnen de veiligheidsstrook gelegen is, gelden er daarom specifieke eisen voor de hellingen en de taludafrondingen waardoor het talud al dan niet geclassificeerd hoeft te worden als obstakel.

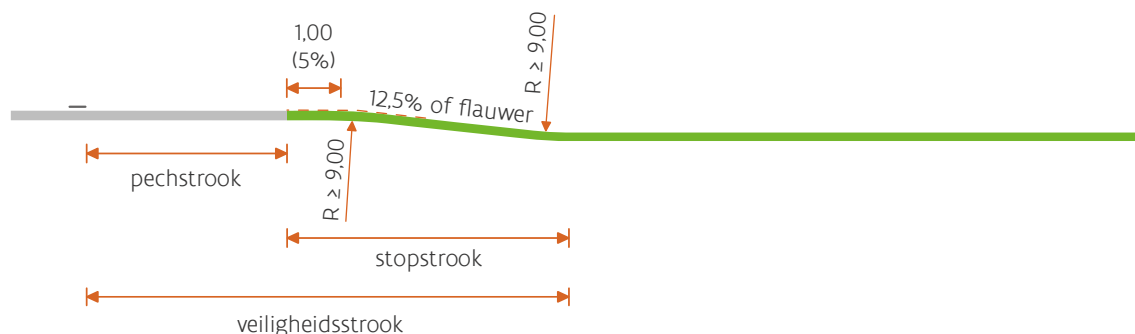
Indien een talud onvoldoende draagkrachtig is, wordt deze altijd als obstakel beschouwd.

#### 4.2.4.1 Neergaand talud

##### Neergaand talud tot 12,5%

Een dergelijk neergaand talud wordt niet als een obstakel, maar als een vlakke berm behandeld indien aan volgende eisen wordt voldaan:

- een dwarsshellingspercentage van 12,5% of flauwer;
- een straal van de boven- en onderafronding van normaliter minimum 9 m.



figuur 4: Neergaand talud (geen obstakel)

##### Voorbeeld

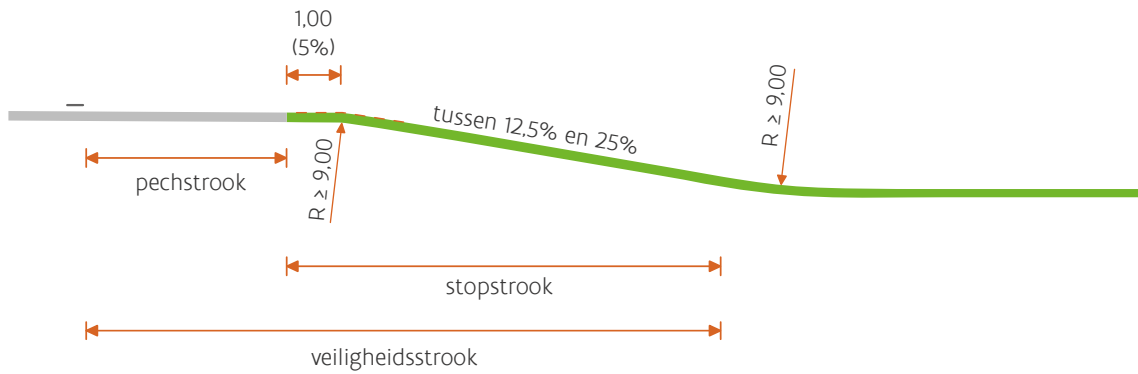
- doorgaande hoofdweg met een ontwerpsnelheid van 120 km/h;
- pechstrookbreedte: 3,75 m;
- eerste deel talud: 1 m breed, 5% dwarshelling;
- tweede deel talud: 10% dwarshelling.

Voor een vlakke berm hebben we volgens tabel 3 een breedte van de veiligheidsstrook van 8,6 m nodig. Deze 8,6 m bevat reeds 3,75 m van de pechstrook, en 1 m van het eerste deel van het talud. We hebben met andere woorden nog een strook nodig van 3,85 m in het tweede deel van het talud dat een dwarshelling van 10% heeft. De totale breedte in deze omstandigheden voor de veiligheidsstrook bedraagt de normale 8,6 m en is samengesteld uit 3,75 m pechstrook + 1,00 m talud aan 5% + 3,85 m talud aan 10%.

##### Neergaand talud tussen 12,5% en 25%

Bij neergaande taluds steiler dan 12,5% en minder steil dan 25% wordt bij het vastleggen van de nodige breedte van de veiligheidsstrook het gedeelte van de veiligheidsstrook steiler dan 12,5% met een factor 2 vermenigvuldigd. Dit betekent in feite dat de vertraging van een uit koers geraakt voertuig slechts half zo groot wordt geacht voor deze strook. Speciale aandacht dient ook hier te gaan naar de overgangsbogen tussen een vlak stuk en een talud (of een gracht). Voor een aflopende talud dient deze in principe een minimale straal te hebben van 9 m.





figuur 5: Neerwaartse talud tussen 12,5% en 25%

Bij het ontwerpen van een neerwaartse talud is het bovendien van belang in het oog te houden dat een voertuig, dwalend over de talud contact blijft houden met de ondergrond.

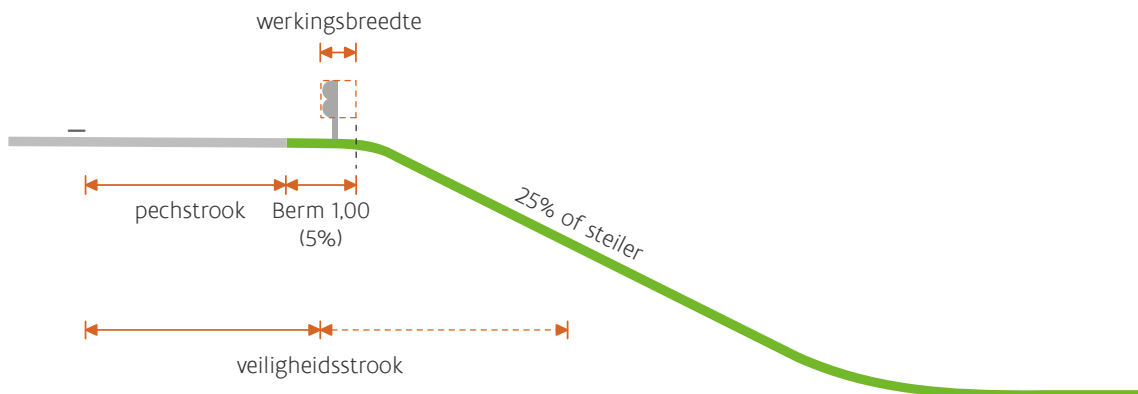
Voorbeeld

- doorgaande hoofdweg met een ontwerpsnelheid van 120 km/h;
- pechstrookbreedte: 3,75 m;
- eerste deel talud: 1 m breed, 5% dwarshelling;
- tweede deel talud: 20% dwarshelling.

Voor een vlakke berm hebben we volgens tabel 3 een breedte van de veiligheidsstrook van 8,6 m nodig. Deze 8,6 m bevat reeds 3,75 m van de pechstrook, en 1 m van het eerste deel van het talud. We hebben met andere woorden nog een strook nodig van 3,85 m, maar omdat de dwarshelling zich bevindt tussen 12,5% en 25% moet deze breedte van 3,85 m voor een vlakke berm verdubbeld worden. De totale breedte in deze omstandigheden voor de veiligheidsstrook bedraagt:  $3,75 \text{ m} + 1,00 \text{ m} + (2 * 3,85 \text{ m}) = 12,45 \text{ m}$ .

### Neerwaartse talud steiler dan 25%

Neerwaartse taluds steiler dan 25% worden als obstakel beschouwd. Het begin van het talud moet aanzien worden als begin van het obstakel en moet buiten de werkingsbreedte van de constructie vallen. Bij het plaatsen van stalen geleideconstructies zal men bij dergelijke taluds zeker grondproeven (hoofdstuk 8.2 Grondproeven) moeten uitvoeren en aanpassingen aan palen (= langere) om (voldoende) weerstandsbiedend moment te kunnen genereren. In geval van betonnen afscherpende constructies zal men moeten vermijden dat de constructie in de talud wegzakt. Zoals op onderstaande figuur getekend, is het best om voldoende afstand te behouden tussen de afscherpende constructie en de top van het talud (aanbevolen minimaal de werkingsbreedte van de afscherpende constructie).



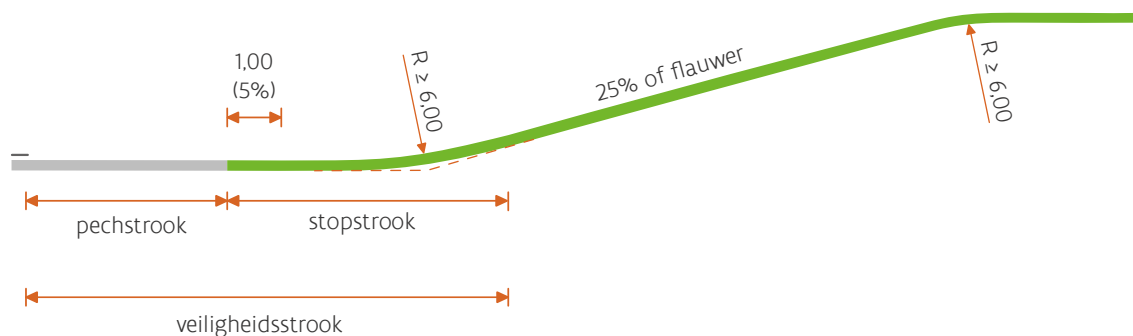
figuur 6: Neerwaartse talud als obstakel

#### 4.2.4.2 Opgaand talud

##### Opgaand talud tot 25%

Een opgaand talud, gelegen binnen de veiligheidsstrook, wordt niet als obstakel beschouwd indien aan volgende eisen wordt voldaan:

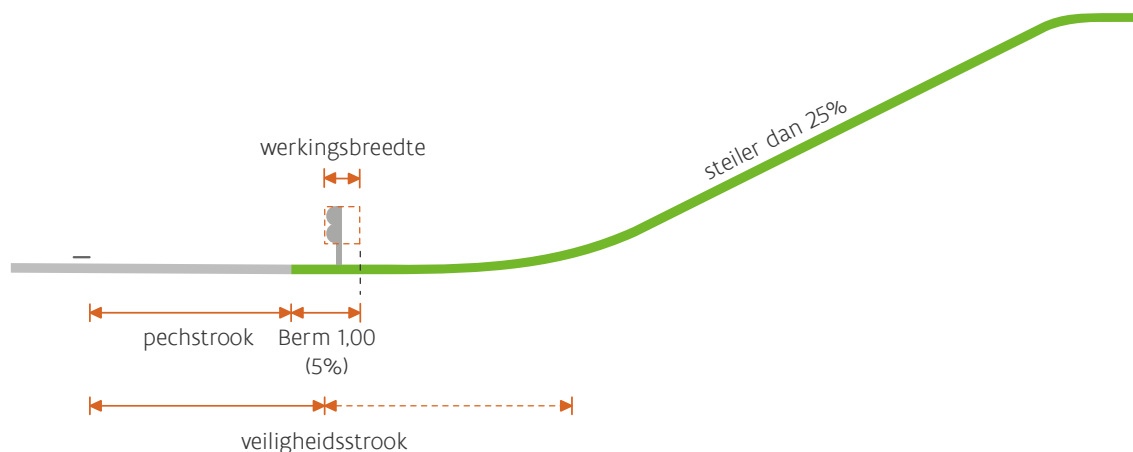
- een helling van 25% of flauwer;
- een straal van de onder- en bovenafronding van normaliter minimum 6 m.



figuur 7: Opgaand talud (geen obstakel)

##### Opgaand talud steiler dan 25%

Een opgaand talud, gelegen binnen de veiligheidsstrook, wordt als obstakel beschouwd als de hellingsgraad groter is dan 25%.



figuur 8: Opgaand talud steiler dan 25%

#### 4.2.4.3 Overgangsbogen

Speciale aandacht dient er ook te gaan naar de overgangsbogen naar een talud of een gracht. Voor een neerwaartse talud dient deze een minimale straal te hebben van 9 m, voor een opwaartse talud een minimale straal van 6 m. Indien aan deze voorwaarden niet is voldaan, horen deze taluds ook als obstakel beschouwd te worden.

## 4.2.5 Overzicht

In tabel 5a en 5b worden de verhogingsfactoren (talud - bogen) voor de veiligheidsstrook uit de voorgaande hoofdstukken gecombineerd. Daarbij worden taluds met een helling kleiner dan 12,5% behandeld als vlakke berm. Om de veiligheidsstrook volledig te berekenen dient de reductiefactor (tabel 2) ook in rekening gebracht te worden.

Vontwerp	talud < 12,5%(*1)			
	(zijberm) rechtdoor		(zijberm) in boog	
			standaardsituaties	
km/h	d <sub>0</sub>	d <sub>20</sub>	100 < R < 1000 (f= 1,2)	R ≤ 100 (f= 1,5)
50	5 m	1,5 m	[5-(5-1,5): 1,2] = 2,1 m	[5-(5-1,5): 1,5] = 2,7 m
70	10 m	3,0 m	[10-(10-3): 1,2] = 4,2 m	nvt
90	16 m	4,9 m	[16-(16-4,9): 1,2] = 6,8 m	nvt
100	20 m	6,0 m	[20-(20-6): 1,2] = 8,3 m	nvt
120	29 m	8,6 m	[29-(29-8,6): 1,2] = 12 m <sup>1)</sup>	nvt

tabel 5a: Breedte veiligheidsstrook hoofdwegen en Primair I rechtdoor, bochten, bij talud tot 12,5% dalen ifv snelheid

Vontwerp	talud tussen 12,5 en 25%(*2)			
	(zijberm) rechtdoor		(zijberm) in boog	
			standaardsituaties	
km/h	d <sub>0</sub>	d <sub>20</sub>	100 < R < 1000 (f= 1,2)	R ≤ 100 (f= 1,5)
50	5 m	1,5 m	[5-(5-1,5): 1,2]*2 = 4,2 m	[5-(5-1,5):1,5]*2 = 5,3 m
70	10 m	3,0 m	10-(10-3): 1,2]*2 = 8,3 m	nvt
90	16 m	4,9 m	[16-(16-4,9): 1,2]*2 = 13,5 m	nvt
100	20 m	6,0 m	20-(20-6): 1,2]*2 = 16,7 m	nvt
120	29 m	8,6 m	[29-(29-8,6): 1,2]*2 = 24 m <sup>1)</sup>	nvt

tabel 5b: Breedte veiligheidsstrook hoofdwegen en Primair I rechtdoor, bochten, bij talud tussen 12,5% en 25% dalen ifv snelheid

## 4.2.6 Middenbermen

Middenbermen vormen een specifiek aandachtspunt op het vlak van vergevingsgezindheid. De risico's op secundaire ongevallen zijn namelijk veel groter. Bij een doorschrijding van de middenberm komt het voertuig op de andere rijrichting terecht en kan het ook daar een ongeval veroorzaken. De breedte van de middenberm kiezen in functie van de breedte van de veiligheidsstrook langs één kant van de weg, zou bijgevolg een onderschatting van de gevolgen zijn.

Voor de middenberm van autosnelwegen wordt daarom uitgegaan van een theoretische kans op een aanrijding van 0%. Op basis van deze aanname is de minimum breedte van de veiligheidsstrook ter hoogte van de middenberm voor hoofd- en primaire wegen weergegeven in tabel 6. Indien hieraan niet kan voldaan worden, moeten stappen 3 en 4 gevolgd worden over de hele breedte van deze verruimde veiligheidsstrook.

<sup>1</sup> enkel bij specifieke verkanting volgens vademecum weginfrastructuur (VWI)

ontwerpsnelheid (km/h)	breedte (m)
120	29
100	20
90	16
70	10
50	5

tabel 6: Minimum breedte veiligheidsstrook ter hoogte van de middenberm

De realisatie van een obstakelvrije middenberm, overeenkomstig de uitgangsprincipes van vergevingsgezinde wegen, heeft uit het oogpunt van verkeersveiligheid de voorkeur boven het afschermen van obstakels. Een afschermende constructie geeft immers bij een aanrijding ook een zeker risico op letsel. Vanwege het ruimtebeslag is het in standaard situaties echter vaak niet mogelijk om bij middenbermen de minimum breedte van de veiligheidsstrook te realiseren. De breedte mag dan gereduceerd worden door een doorgaande afschermende constructie aan te brengen met minstens aan weerszijden een redresseerstrook.

De breedte van de standaard middenberm is afhankelijk van de (werkings)breedte van de afschermende constructies en de breedte van eventuele obstakels binnen de afschermende constructies. Ook botsvriendelijke obstakels kunnen op een middenberm een gevaar betekenen wanneer ze aangereden worden. Hierbij gaat het voornamelijk over het veroorzaken van secundaire ongevallen. Daarom wordt botsvriendelijke constructies zoals verlichtingsmasten best geëvalueerd op waar ze na een aanrijding terecht zouden kunnen komen. Wanneer ze op de tegenovergestelde richting terecht zou komen, is het plaatsen van botsvriendelijke constructies niet toegelaten.

Concreet zal een botsvriendelijk signalisatie-opstelling met een beperkte hoogte op een middenberm toegelaten worden, terwijl een verlichtingsmast enkel kan toegelaten worden op een brede (ca. de hoogte van de mast) middenberm.

#### **4.2.7 Overgang snelheidsregimes**

Bij overgangen van snelheidsregimes worden de vereisten voor het hogere snelheidsregime gehandhaafd over onderstaande afstand in het lager snelheidsregime:

- 120 km/h → 90 km/h: 200 m;
- 90 km/h → 70 km/h: 150 m;
- 70 km/h → 50 km/h: 100 m.

*Voorbeeld*

*In een rijrichting waar een overgang van snelheidsregime is van 70 km/h naar 50 km/h op een secundaire weg, wordt over een afstand van 100 m na de overgang de vereisten van 70 km/h (bijvoorbeeld veiligheidsstrook van 2,4 m) toegepast. In de andere rijrichting waar er een overgang is van 50 km/h naar 70 km/h wordt wel onmiddellijk na deze overgang de vereisten van 70 km/h toegepast.*

## 5 Omgaan met obstakels

### 5.1 Energie en krachten

#### 5.1.1 Samenvatting

De letselernst van een inzittende hangt direct samen met de tijdspanne waarbinnen zijn snelheid wordt afgebouwd, met zijn oorspronkelijke snelheid en massa. Aan de oorspronkelijke massa van de inzittenden kan weinig worden gedaan. De snelheid kan beïnvloed worden door een goed wegontwerp (zie stap 1 zelfverklarend wegontwerp). Voor de afbouw van de snelheid moet gestreefd worden naar een zo groot mogelijke tijdspanne waarbinnen dit gebeurt. Daarbij kan een aangepaste weguitrusting helpen.

Naast de gecontroleerde energieafbouw zijn er nog twee belangrijke aspecten die mee de oorzaak kunnen zijn van ernstige letsels:

- het binnendringen van scherpe of botte elementen in het passagierscompartiment;
- het onstabiel worden van een voertuig waardoor het gaat rollen of tollen en zo bijkomende ongewenste krachten (versnellingen) gaat uitoefenen op de inzittenden, in hoofdzaak zijwaarts.

Deze elementen worden verder in dit hoofdstuk besproken.

#### 5.1.2 Algemeen

##### 5.1.2.1 Kwetsuren

Bij een ongeval kunnen er twee soorten kwetsuren ontstaan:

- uitwendige letsels, door voorwerpen die het lichaam van de inzittenden uitwendig verwonden (snijdingen, penetraties) – “penetrating traumas”;
- inwendige letsels, doordat het lichaam en haar inwendige structuur (organen, botten, ...) blootgesteld wordt aan versnellingskrachten en (inwendige) drukkrachten waartegen het niet bestand is – “blunt traumas”.

Kwetsuren bij ongevallen zijn voornamelijk van de tweede categorie (De Ceunynck, 2015).

##### 5.1.2.2 Energie

Het basisprincipe van een vergevingsgezinde weg is dat de kinetische energie die (inzittenden van) een rijdend voertuig bezit(ten), op een gecontroleerde manier wordt afgebouwd, zodat er zo weinig mogelijk schade is aan personen en, in tweede instantie, aan goederen.

De kinetische energie van een (rijdend) voertuig kan worden uitgedrukt als volgt:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Hierin is:

- $m$  : massa van het voertuig
- $v$  : snelheid van het voertuig

De energie is dus evenredig met de massa van het voertuig, en kwadratisch afhankelijk van de snelheid van het voertuig. Indien de snelheid met 33% toeneemt (90 km/h → 120 km/h), neemt de op te nemen kinetische energie toe met 78%. Een wagen van 1,5 ton met inzittenden tot stilstand brengen vergt omgekeerd minder dan 20% van de inspanning om een vrachtwagen van 10 ton tot stilstand te brengen.

De omzetting van de kinetische energie gebeurt op verschillende manieren:

- wrijving, bijvoorbeeld tussen het (weg)oppervlak en het voertuig (remmen);
- vervorming van de wagen (kreukelzones, ...), samengaan met een al dan niet beperkte vervorming van een externe structuur (energieabsorberende palen, ...);
- uitwisseling tussen kinetische en potentiële energie (rollen, door de lucht vliegen, ... van het voertuig);
- energie die door de inzittenden wordt opgenomen (via de spieren, vervormingen, breuken, ...).

### 5.1.2.3 Krachten

Niet enkel de hoeveelheid kinetische energie die moet worden opgenomen is belangrijk. De manier waarop dit gebeurt (zoals de snelheid waarmee of het tijdsbestek waarbinnen), is minstens even belangrijk.

$$W = (\Delta E_k) = \int_1^2 F \cdot dx$$

De wijziging van kinetische energie ( $E_k$ ) (de arbeid  $W$ ) is de som van alle vectorproducten kracht ( $F$ ) x elementaire verplaatsing ( $dx$ ), over de ganse beschouwde tijd. Een vectorproduct houdt rekening met de hoek tussen de kracht en de verplaatsing. Staan deze loodrecht op elkaar, dan is hun product 0.

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Uit de tweede wet van Newton volgt dat de inwerkende krachten (in dit geval op het lichaam) gelijk zijn aan de ogenblikkelijke versnelling (vertraging) vermenigvuldigd met de massa. Een bruuske stop is een grote wijziging in snelheid op korte tijd, en dat resulteert met andere woorden in grote krachten (op de inzittenden).

Vanuit dezelfde fysische achtergrond is het onstabiel worden van een voertuig, waardoor het gaat rollen of tollen, een verzwarende factor voor de letselernst van de inzittenden. Dergelijke rotaties veroorzaken immers ook ongewenste versnellingen en dus krachten op het lichaam.

### 5.1.2.4 Versnellingen op het menselijk lichaam

Een mens ondergaat bij een botsing verschillende versnellingen (g-krachten). Hierbij moet men rekening houden dat zijwaartse en op- en neerwaartse versnellingen veel meer letsel veroorzaken dan laterale versnellingen.

## 5.2 Risico-analyse

Het tweede belangrijke principe om tot meer vergevingsgezinde wegen te komen is de risico-analyse.

risico = kans x gevolg

De **kans** dat obstakels worden aangereden, kan onder meer afhangen van:

- de toegelaten maximumsnelheid en de effectief gereden snelheid;
- de boogstralen van de weg;
- het aantal en type voertuigen: elk voertuig heeft een kans dat het tegen een obstakel botst, dus hoe meer voertuigen, hoe groter de globale kans. Een vrachtwagen die van de weg raakt heeft door zijn grotere afmetingen ook meer kans om iets aan te rijden dan een personenwagen;
- de afstand van obstakels ten opzichte van de weg;
- de regelmaat van voorkomende obstakels of de lengte van één obstakel. Hoe meer obstakels of hoe langer het obstakel, hoe groter de kans op een botsing;
- de toestand van de weg;
- de weersomstandigheden.

De **gevolgen** van een ongeval vergroten door verschillende omstandigheden: bij hogere snelheden, als er secundaire ongevallen kunnen ontstaan zoals bijvoorbeeld bij het doorbreken van een middenberm of op een brug boven een autosnelweg of een spoorweg, als er structurele elementen worden beschadigd van bijvoorbeeld brugconstructies ...

Onder meer volgende elementen bepalen de totale gevolgen:

- lichamelijk(e) letsel(s) met als resultaat lichtgewonde, zwaargewonde of dodelijke slachtoffers bij de bestuurder en de inzittenden van de wagen die het obstakel bereikt heeft. Oorzaken van lichamelijke letsels zoals verdrinking, elektrocutie en verbranding zijn zeer ernstig;
- materiële schade van andere voertuigen en lichamelijke letsels bij hun inzittenden, die eventueel aangereden kunnen worden door het uit koers geraakte voertuig (bijvoorbeeld het voertuig gaat door de middenberm en komt op de andere rijbaan terecht);
- materiële schade aan het voertuig dat het obstakel bereikt heeft;
- materiële schade aan het obstakel zelf;
- materiële schade en lichamelijke letsels aan andere voertuigen en hun inzittenden die geraakt worden door het aangereden obstakel (omvallende verlichtingspaal, omvallend seinbrug, instortende brug, ...);
- maatschappelijke schade op het vlak van mobiliteit of economie, bijvoorbeeld omdat een aangereden brug is ingestort en heropgebouwd zal worden waardoor heel wat verkeer gedurende enige tijd een omweg moet maken, fileverliesuren, ...;
- schade (en lichamelijke letsels) aan goederen en personen die worden getroffen door een voertuig dat bijvoorbeeld een brugrand bereikt heeft en naar beneden valt op woningen, werkplaatsen, ...;
- schade en vooral lichamelijke letsels in een ruimer gebied rond de plaats van de aanrijding met het obstakel, veroorzaakt door gevaarlijke goederen die vervoerd worden door het aanrijdende voertuig (brand, ontploffing, ontsnappend gif, de zone die ontruimd moet worden, ...);
- milieuschade door de gevaarlijke goederen die vrij komen na de aanrijding met het obstakel (bodemverontreiniging, verontreiniging van grond- of oppervlaktewater, ...).

Voor grote, specifieke projecten, waarbij de gevolgen zeer groot kunnen zijn zoals bijvoorbeeld in industriële omgevingen, kan het zinvol zijn een uitgebreide risico-analyse te maken.

Voor eerder klassieke projecten volstaan echter de basisregels die verder in dit vademecum aan bod komen.

## 5.3 Wat zijn obstakels?

### 5.3.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 werd uitvoerig ingegaan op de uitgangsprincipes en de noodzaak van een veiligheidsstrook. Dit hoofdstuk beschrijft wanneer een voorwerp beschouwd moet worden als obstakel. Voor de definitie van een obstakel wordt verwezen naar hoofdstuk 4.1.1. Een obstakel.

Als een voorwerp wordt beschouwd als obstakel, moet dit buiten de veiligheidsstrook worden gebracht. Indien dit niet kan, moet dit botsvriendelijk worden gemaakt zodat het geen obstakel meer vormt. Indien dit ook geen optie is, moet het worden afgeschermd met een aangepaste constructie, zoals wordt behandeld in hoofdstuk 5.5. Stap 4: Afscherpende constructies.

In volgende paragrafen worden de meest voorkomende obstakels besproken.

### 5.3.2 Bomen - groen

Het aanplanten van bomen gebeurt volgens de "visie laanbomen" die vanuit AWW verspreid wordt. Hierin wordt onder meer gesteld dat groen en laanbomen helpen om een zelfverklarend wegontwerp en wegbeeld te scheppen. Vanuit het standpunt van de vergevingsgezinde wegen echter is het zeer belangrijk dat ook de veiligheidsstrook wordt gehanteerd.

Bij het ontwerpen van groenvoorzieningen ga je uit van de volwassen toestand van de beplantingen. Bomen worden daarbij dus als een obstakel beschouwd en bijgevolg buiten de veiligheidsstrook ingeplant. Groenvoorzieningen met stammen of takken waarvan de diameter kleiner is dan 10 cm (omtrek kleiner dan 31,5 cm) worden niet als obstakels beschouwd. Voor zover struikgewas en hakhout stammen en takken hebben die kleiner zijn dan 10 cm diameter worden ze eveneens niet beschouwd als obstakel. De stronken bij hakhout zelf moeten op maximum 10 cm boven het maaiveld worden afgezaagd.

### 5.3.3 Steunpalen (verlichtingsmasten, palen en verkeersborden, ...)

Stalen of aluminium steunpalen tot een diameter van 89 mm met een maximale wanddikte tot 3,2 mm (in staalkwaliteit S355 of in staal of aluminium met een lagere treksterkte<sup>(1)</sup>) worden als botsvriendelijk beschouwd en vormen dus een botsvriendelijk obstakel. Indien er twee steunen worden gebruikt, dient bij een tussenafstand kleiner dan 1,5 m, de diameter beperkt te worden tot 76 mm (met dezelfde maximale wanddikte van 3,2 mm). Steunpalen met een grotere diameter en wanddikte vormen een obstakel.

De steundiameter en het aantal steunen van de verkeersborden kunnen bepaald worden aan de hand van de rekenmodule verticale signalisatie borden op de website <https://wegenverkeer.be/zakelijk/documenten/rekenmodules>

Voor alle nieuw te plaatsen steunpalen gelden volgende normen:

- NBN EN 12899-1 – Vaste verkeersborden;
- reeks NBN EN 40 – Verlichtingsmasten;
- NBN EN 12767 – Passieve veiligheid van draagconstructies voor wegwitruiting –Eisen en Beproevingmethoden.

In tabel 7 worden de aanbevolen minimale wanddiktes volgens het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 10.1 weergegeven. Daarbij zijn de diameters in een groene kleur botsvriendelijk.

1 Deze palen voldoen volgens NBN EN 12767 annex K aan de klasse "100 NE C S,X en R SE MD"



buitendiameter D	minimum wanddikte S
51 mm	2,6 mm
76 mm	2,9 mm
89 mm	3,2 mm
114 mm	3,6 mm
133 mm	4,0 mm

tabel 7: Minimale wanddiktes volgens SB250

Indien men zwaardere palen gebruikt, worden deze als een obstakel beschouwd, tenzij ze succesvol getest zijn volgens de criteria vastgelegd in NBN EN 12767.

Van vakwerken is op dit ogenblik niet geweten of deze botsvriendelijk zijn volgens NBN EN 12767 of niet. Agentschap Wegen en Verkeer onderzoekt in welke mate de standaard vakwerken volgens Standaardbestek 250 Hoofdstuk 10.1 als vergevingsgezind kunnen beoordeeld worden. Men mag er dus niet zomaar vanuit gaan dat deze botsvriendelijk zijn.

## **5.3.4 Bruggen**

### **5.3.4.1 Bovenbrug**

De boven het maaiveld uitkomende draagstructuur van een brug is altijd een obstakel. Naast de onvermijdelijke menselijke gevolgen, kan door een aanrijding ook de stabiliteit van de brug in het gedrang komen, wat leidt tot hoge herstellkosten en mogelijke gevolgen voor het gebruik van de brug.

Indien de brug een talud heeft, dat aansluit aan het landhoofd (wat naar veiligheid de voorkeur geniet), dient dit bekeken te worden conform de voorschriften van artikel 4.2.4 Taluds.

### **5.3.4.2 Onderbrug**

Bruggen waarover men rijdt vormen een specifieke situatie. Aan de randen van deze bruggen is immers een talud of hoogteverschil tot het onder gelegen maaiveld. Deze brugranden dienen volgens dezelfde wijze als de taluds gecontroleerd te worden.

Daarnaast echter zijn de secundaire gevolgen zeer belangrijk zoals een wagen die in een kanaal valt, een wagen die net voor een trein terecht komt ...

Een ander belangrijk aandachtspunt is dat men ook aan het begin en het einde van een brug waar men over rijdt de nodige veiligheidsmaatregelen moet treffen. Hiermee moet men vermijden dat een voertuig achter de geleideconstructie en vervolgens naast de brug rijdt om zo terecht te komen op het onderliggende gevaar onder vorm van weg, waterweg, spoorweg ...

## **5.3.5 Hellingen - taluds**

Als hellingen te steil zijn, of de te overbruggen hoogte te groot wordt, worden de hellingen en taluds beschouwd als een obstakel omwille van het kantelgevaar.

Neerwaartse hellingen groter dan 25% zijn altijd te beschouwen als een obstakel. Neerwaartse hellingen met een hellingsgraad tussen 25% en 12,5% zijn geen obstakel, maar de veiligheidsstrook moet vergroot worden en de boogstralen dienen groter te zijn dan 9 m zoals beschreven in hoofdstuk 4.2.4 Taluds.

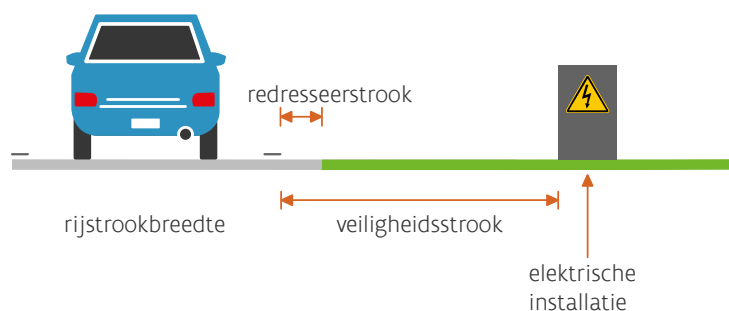
Een kruin zonder afronding kan als een "schans" werken waardoor het gedrag van het voertuig en de krachten op de inzittenden onvoorspelbaarder worden. Een helling of talud is – in ophoging – te beschouwen als een obstakel tenzij het een ophoging betreft met een helling kleiner dan 25% en een boogstraal groter dan 6 m. Dergelijke ophoging wordt nooit als obstakel beschouwd.

De maatvoering van de veiligheidsstrook in de voorgaande paragrafen gaat uit van een restrisico van 20% dat een dwalend voertuig alsnog een obstakel bereikt. De gebruikte maatvoering moet echter altijd in samenhang met de aard van het obstakel en/of de wegomstandigheden worden beschouwd. Een ontwerper dient zich nog altijd bewust te zijn van mogelijke gevaren die zich aansluitend op de veiligheidsstrook kunnen bevinden.

Een voorbeeld hiervan is een waterpartij met een diepte groter dan 1 m die zich net buiten de veiligheidsstrook bevindt. Aangezien ook bij lage snelheden (zoals op het einde van de stopstrook) dit obstakel gevaarlijk is, dient ook naar de overige 20% kans op aanrijding gekeken te worden. Hierdoor kan de waterpartij toch in de veiligheidsstrook komen te liggen en dienen de nodige maatregelen genomen te worden. Het gevaar bij dergelijk obstakel is niet de impact maar de kans op verdrinking indien een voertuig daarin terecht komt.

### 5.3.6 Elektrische installaties

Elektrische installaties (hoog- en laagspanningskasten) zijn steeds een obstakel. De gevolgen (elektrocucie en mogelijk brandgevaar) moeten als verhoogd risico beschouwd worden. De gevolgen van het uitvallen van de elektrische installatie, bijvoorbeeld voor de veiligheid, kan een bijkomend verhoogd risico vormen. Dit is de reden dat we een elektrische installatie nooit als botsvriendelijk aanschouwen (waardoor ze altijd buiten de veiligheidsstrook moet geplaatst worden of afgeschermd). Zoals voor alle obstakels moet eerst gezocht worden om deze installaties buiten de veiligheidsstrook te plaatsen en als dit niet mogelijk is ze op een afdoende wijze afschermen<sup>11</sup>.



figuur 9: Elektrische installatie

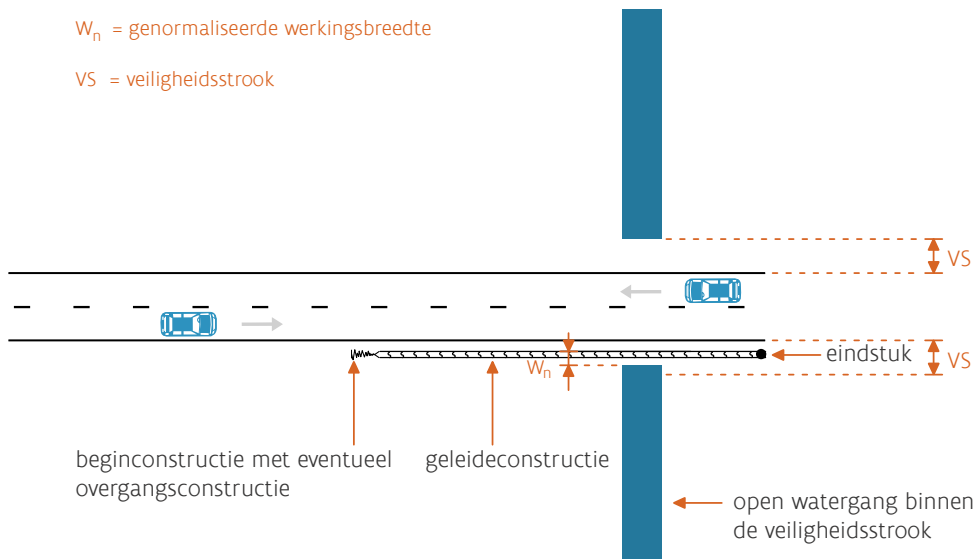
Verkeerslichten worden niet botsvriendelijk uitgevoerd, ook al staan ze in de stopstrook. Hier heeft de bedrijfszekerheid voorrang op de individuele veiligheid. Het oogpunt moet zijn om te vermijden dat deze constructies zich binnen de stopstrook bevinden, maar dit blijkt niet altijd mogelijk. AWV opteert ervoor om geen botsvriendelijke steunen voor verkeerslichten te plaatsen omwille van bedrijfszekerheid. Een botsvriendelijke steun zou bij aanrijding de verkeerslichten immers op knipperstand laten vallen waardoor niet aan de veiligheid van inzittenden van één voertuig wordt geraakt, maar aan de veiligheid van alle verkeersdeelnemers op dit kruispunt. Een snelle herstelling is bovendien bijna nooit mogelijk in dergelijke gevallen.

<sup>11</sup> Er bestaan kasten en stekkers die als botsvriendelijk en elektrisch veilig kunnen aanzien worden. Deze zijn echter niet beschikbaar voor de gebruikte kabels voor AWV. Bovendien blijft het risico op uitval van de installatie bij aanrijding aanwezig.

### 5.3.7 Waterpartijen (grachten, vijvers, ...)

Waterpartijen vormen een risico als ze diep zijn (verdrinking), te steile hellingen hebben (kantelen van het voertuig) of als ze niet aangepaste kopmuren bevatten.

Waterpartijen met een verwachte maximale waterdiepte groter dan 1 m worden altijd als obstakel beschouwd en dit onafhankelijk van de geometrie. Bij waterpartijen met een kleinere waterdiepte en parallel aan de rijbaan is de geometrie wel belangrijk. Diepte, breedte en taludhellingen zijn daarbij doorslaggevend. De taluds horen te voldoen aan de criteria van 4.2.4 Taluds om kantelen te vermijden, zo niet moet de waterpartij als een obstakel worden aangestipt. In de praktijk betekent dit dat de meeste sloten, kopmuren, grachten en beken binnen de veiligheidsstrook een obstakel vormen. Zo zijn ook open watergangen loodrecht op de rijbaan en binnen de veiligheidsstrook als een obstakel te beschouwen.



figuur 10: Waterpartijen

### 5.3.8 Geluidswerende constructies en andere verticale doorlopende voorwerpen van een zekere hoogte

Geluidswerende constructies en andere solide verticale oppervlakken vormen steeds een obstakel. Een geluidswerende constructie dient – met in acht name van de plaatselijke omstandigheden – met de juiste afscherpende maatregelen (afstand, constructies, ...) gebouwd te worden. Het begin van een geluidswerende constructie die frontaal kan aangereden worden vormt een bijzonder aandachtspunt naar aanrijveiligheid. Deze veiligheid moet verhoogd worden door de algemene principes voor de afscherming van een obstakel door te trekken cfr. afscherpende constructies.

Er bestaan echter ook geluidswerende constructies met prestatiekenmerken bij voertuigimpact. Zij kunnen beschouwd worden als een reeds afgeschermd obstakel zoals behandeld in stap 4 voor het langse gedeelte. Aan het begin moet nog steeds de nodige aandacht gegeven worden.

De voorschriften voor deze geïntegreerde systemen vindt men in het Standaardbestek 250 versie 4.1-H8.4 "Geluidswerende constructies" onder § 4.2.3.5.H "Veiligheid bij botsing".

### 5.3.9 Afscherpende constructies

Afscherpende constructies vormen nog steeds een (in minder of meerdere mate botsvriendelijk) obstakel, zelfs indien ze succesvol getest, correct geïnstalleerd en goed onderhouden zijn. Hoe lager de schokindex van de afscherpende constructie, hoe botsvriendelijker en dus vergevingsgezinder ze is (zie hoofdstuk 5.5.3.3 Schokindex). Het is aan te bevelen zo weinig mogelijk afscherpende constructies te gebruiken en indien het niet anders kan, deze voor te schrijven met een lage schokindex (liefst A, indien niet anders mogelijk B).

## 5.4 Stap 3: Obstakels botsvriendelijk maken

Bepaalde obstakels die besproken zijn in hoofdstuk 5.3 Wat zijn obstakels? kunnen worden omgevormd tot botsvriendelijke(re) obstakels. Deze mogen zich wel bevinden in de stopstrook, zonder een afscherpende constructie te voorzien.

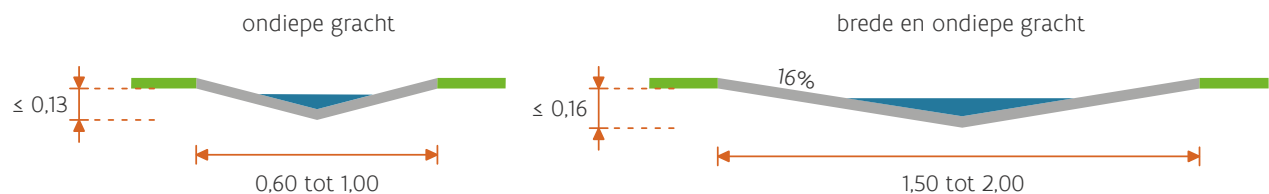
### 5.4.1 Grachten en kopmuren

Het is aan te raden om bij het ontwerp van grachten en andere waterpartijen die zich binnen de stopstrook bevinden, te kiezen voor aangepaste, botsvriendelijkere kopmuren voor de duikers. Wanneer verschillende duikers zich op korte afstand na elkaar bevinden kan het plaatsen van een afscherpende constructie (zie stap 4) een meer aangewezen oplossing zijn.



figuur 11: Botsvriendelijke kopmuren

De grachten zelf zijn botsvriendelijk als de helling voldoet aan de richtlijnen beschreven in 4.2.4 Taluds. Hierbij dient de overgangsboog ook te voldoen aan deze richtlijnen. Als deze richtlijnen worden gevolgd worden 'ondiepe' grachten bekomen. Hiervoor is voldoende ruimte noodzakelijk.

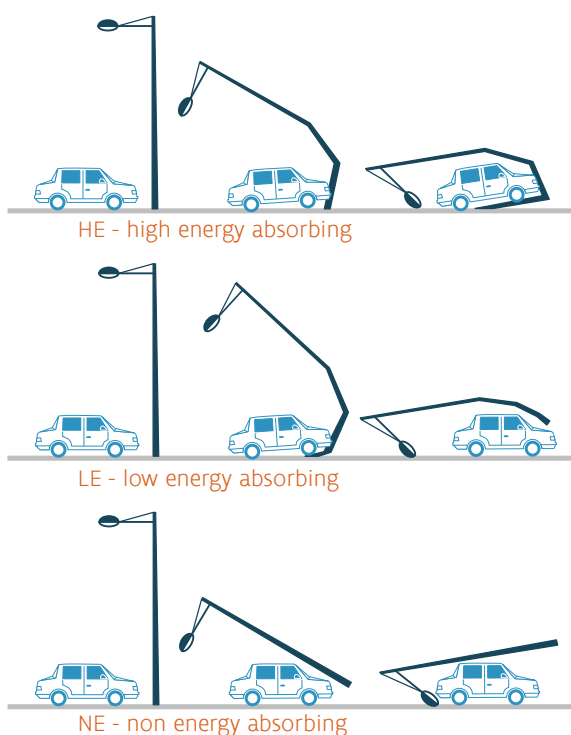


figuur 12: Ontwerp ondiepe gracht

## 5.4.2 Steunpalen

Steunpalen die niet voldoen aan de eisen beschreven in hoofdstuk 5.3.3 Steunpalen (verlichtingsmasten, palen en verkeersborden, ...) worden als obstakels beschouwd. Deze obstakels kunnen botsvriendelijk uitgevoerd worden indien deze voldoen aan de norm NBN EN 12767. De norm maakt verschillende indelingen van passief veilige draagconstructies:

- op basis van de snelheid (snelheidsklasse) bij de testen: waarbij er ook steeds een test aan 35 km/h moet gebeuren:
  - 50 km/h;
  - 70 km/h;
  - 100 km/h.
- op basis van de energie-absorptie (energie-absorptie categorie) die wordt gekwantificeerd door de snelheid te meten van het voertuig 12 m na het impactpunt:
  - HE (high energy absorption): dergelijke steunen brengen het voertuig gecontroleerd (bijna) volledig tot stilstand;
  - LE (low energy absorption): deze steunen vertragen het voertuig in beperkte mate;
  - NE (no energy absorption): deze steunen hebben bijna geen invloed op de snelheid van het aanrijdende voertuig en zijn daarom aangewezen indien er na het obstakel nog voldoende uitrijzone is om gecontroleerd tot stilstand te komen.



figuur 13: Energie-absorptie klassen

- op basis van het veiligheidsniveau voor de inzittenden: klassen (A-B-C-D-E). Hoe lager in het alfabet, hoe groter de veiligheid voor inzittenden. De evaluatie voor de klasse A gebeurt echter d.m.v. een vereenvoudigde test. Voor gewone steunen kan het veiligheidsniveau A niet gevraagd worden.

- op basis van fundatietype:
  - S (standard): standaard aggregaten, niet gemengd met cement;
  - X (special): speciale fundering;
  - R (rigid): starre fundering, die tijdens de testen niet meer dan 0,01 m verplaatst.
- op basis van bezwijkmodus, de modus is deze van de aanrijding met het hoge snelheidsvoertuig:
  - SE (separation mode): de structuur komt los van de grond of zijn fundering;
  - NS (no separation collapse mode): de structuur komt niet los van de grond of van de fundering.
- op basis van directionaliteit:
  - SD (single directional): 1 test met een inrijhoek van 20° t.o.v. de rijrichting;
  - BD (bi-directional): 1 test met een inrijhoek van 20° t.o.v. de rijrichting waarbij er een symmetrie is t.o.v. de loodrechte op de rijbaan of 2 testen met respectievelijk een inrijhoek van van 20° en 160° t.o.v. de rijrichting;
  - MD (multi-directional): 1 test met een inrijhoek van 20° t.o.v. de rijrichting en meer dan 2 symmetrieassen.
- op basis van dakindeuking:
  - klasse 0: dakvervorming kleiner dan 102 mm;
  - klasse 1: dakvervorming groter dan of gelijk aan 102 mm.

Voor elk van deze criteria kan een gebruiker ook "NR of No Requirement" opleggen als dat voor hem niet belangrijk is. Deze NR betekent dan in feite dat het specifiek criteria om het even welke waarde mag zijn.

Afhankelijk van de lokale omstandigheden (bijvoorbeeld snelheidsregime), de technische vereisten voor de constructie en de beschikbare ruimte dient men de juiste steunpaal te kiezen door de juiste parameters voor te schrijven. Om de correcte werking van een botsvriendelijke steunpaal te verzekeren is het ook belangrijk de plaatsingsvoorschriften van de fabrikant te volgen.

Uiteraard speelt de relatieve kostprijs van de palen ook een rol. Ga bij de opmaak van een bestek na wat er op de markt verkrijgbaar is en wat de financiële consequenties kunnen zijn. Houd daarbij ook rekening met eventuele mogelijke recurrente kosten (herstellingen, onderhoud). Kies in functie van de locatie ook voor een aangepast onderhoud: locaties die moeilijk bereikbaar zijn door bijvoorbeeld grote verkeershinder vragen constructies die minder onderhoud vergen. Plaatsen waar veel aanrijdingen gebeuren en waar de aanrijdingen niet op een andere manier kunnen voorkomen worden, vragen constructies die gemakkelijk vervangbaar zijn (of andere oplossingen uiteraard).

Palen voor seinbruggen en galpalen op drukke wegen, of voor installaties op middenbermen, moeten altijd als obstakel beschouwd worden omdat het risico op secundaire ongevallen groot is. Het heeft daarom geen zin deze botsvriendelijk uit te voeren: ofwel staan ze in de veiligheidsstrook en zijn ze een obstakel dat afgeschermd moet worden, ofwel staan ze buiten de veiligheidsstrook en hoeven ze niet afgeschermd te worden.

Een uitzondering op het feit dat er geen botsvriendelijke steunpalen worden gezet op een middenberm zijn botsvriendelijke steunpalen waarvan de hoogte kleiner of gelijk is dan de kortste afstand tot de aanliggende rijstrook van de tegenovergestelde rijrichting. Als dergelijke constructies door aanrijding (of andere redenen) het begeven, wordt er geen of beperkte bijkomende hinder op de rijweg veroorzaakt. De klassieke palen voor verkeersborden vallen hier meestal onder.

Er mogen ook nooit botsvriendelijke palen (of masten) geplaatst worden:

- in gebieden van terreinklasse I<sup>1)</sup>;
- indien er geen botsvriendelijke palen (of masten) beschikbaar zijn groter dan of gelijk aan de vereiste lengte.

Er moeten geen botsvriendelijke palen (of masten) geplaatst worden in zones 30. Hierin mogen wel botsvriendelijke palen gezet worden maar deze hebben weinig zin door de lagere toegelaten maximum snelheid.

Er zijn volgens de norm NBN EN 12767 zeer veel mogelijke combinaties voor passief veilige draagconstructies (zie ook hoofdstuk 5.3.3 Steunpalen (verlichtingsmasten, palen en verkeersborden, ...). Voor verlichtingsmasten gelden volgende aanbevelingen:

- hoogte 16 m:
  - voor verlichtingsmasten van 16 m kan klasse 100 HE E S NR MD NR opgelegd worden.
- lagere hoogtes:
  - op autosnelwegen en wegen met een snelheid hoger dan of gelijk aan 90 km/h met kans op secundaire ongevallen en/of ander obstakels:
    - 100 HE C S NR MD NR voor masten met een inplantingsschacht (type RMK);
    - 100 HE D "R of S" NR D NR voor masten op voetplaat (type RMKS);
  - op autosnelwegen en wegen met een snelheid hoger dan of gelijk aan 90 km/h waar geen kans is op secundaire ongevallen en geen andere obstakels zijn, kan ook gebruik gemaakt worden van:
    - 100 NE B S NR MD NR voor masten met een inplantingsschacht (type RMB);
    - 100 NE D "R of S" NR MD NR voor masten op voetplaat (type RMBS).
  - op niet-autosnelwegen waar de snelheid lager is dan 90 km/h: HE C in functie van het snelheidsniveau (v85 of ontwerpnelheid in functie van het soort project). Indien de verlichtingsmasten de enige obstakels zijn in de veiligheidsstrook kan ook hetzelfde type NE worden gekozen. Uiteraard mag het type 100 ook hier gebruikt worden.

Bovenstaande performantie-eisen zijn opgenomen voor verlichtingsmasten in het Standaardbestek 270 Hoofdstuk 49.

Voor steunen van signalisatie gelden volgende standaard aanbevelingen:

- 100 NE "B of C" S NR MD NR

Deze eisen zijn opgenomen in het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 10.

### **5.4.3 Taluds / hellingen**

Taluds met een grotere hellingsgraad dan vermeld in hoofdstuk 4.2.4. Taluds kunnen botsvriendelijk gemaakt worden door de hellingsgraad te verlagen zodat de helling kleiner of gelijk is aan deze richtlijnen.

---

1 Onder terreinklasse I wordt verstaan: de kustzone tot 2 km landinwaarts en 2 km vanaf de rand van de Schelde voorbij Antwerpen (vanaf Kallo tot aan de Nederlandse grens).





## 5.5 Stap 4: Afschermdende constructies

### 5.5.1 Inleiding

Als de stopstrook niet obstakelvrij kan worden gemaakt, of de obstakels niet botsvriendelijk, dient het obstakel afgeschermd te worden.

Dit is niet de beste oplossing maar wel de minst slechte. Een afschermdende constructie is immers op zichzelf een obstakel dat in mindere of meerdere mate botsvriendelijk kan worden uitgevoerd.

In onderstaande hoofdstukken wordt ingegaan op de specificiteit van de verschillende afschermingen, om in hoofdstuk 5.5.10 Keuze van de afschermdende constructie stil te staan bij de keuze van de meest geschikte afschermdende constructie.

### 5.5.2 Europees kader

#### 5.5.2.1 Europese normen

Normenreeks NBN EN 1317 en enkele aanvullende technische rapporten/specificaties regelen de wijze waarop afschermdende constructies beoordeeld worden op hun prestatiekenmerken.

De relevante normen zijn:

- NBN EN 1317-1:2010 – Terminologie en algemene criteria voor beproevingsmethoden;
- NBN EN 1317-2:2010 – Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor geleideconstructies;
- NBN EN 1317-3:2010 – PreNBN ENV 1317-4:2002 – Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor begin- en eindconstructies en overgangsconstructies van geleiderails;
- NBN EN 1317-5:2007+A2:2012/AC:2012 – Producteisen en conformiteitsbeoordeling voor afschermdende constructies voor wegvoertuigen;
- prEN 1317-7 Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals of safety barriers;
- CEN/TR 16949:2016 Road restraint system - Pedestrian restraint system - Pedestrian parapets;
- CEN/TS 17342:2019 Road restraint systems - Motorcycle road restraint systems which reduce the impact severity of motorcyclist collisions with safety barriers.

#### 5.5.2.2 CE-Markering

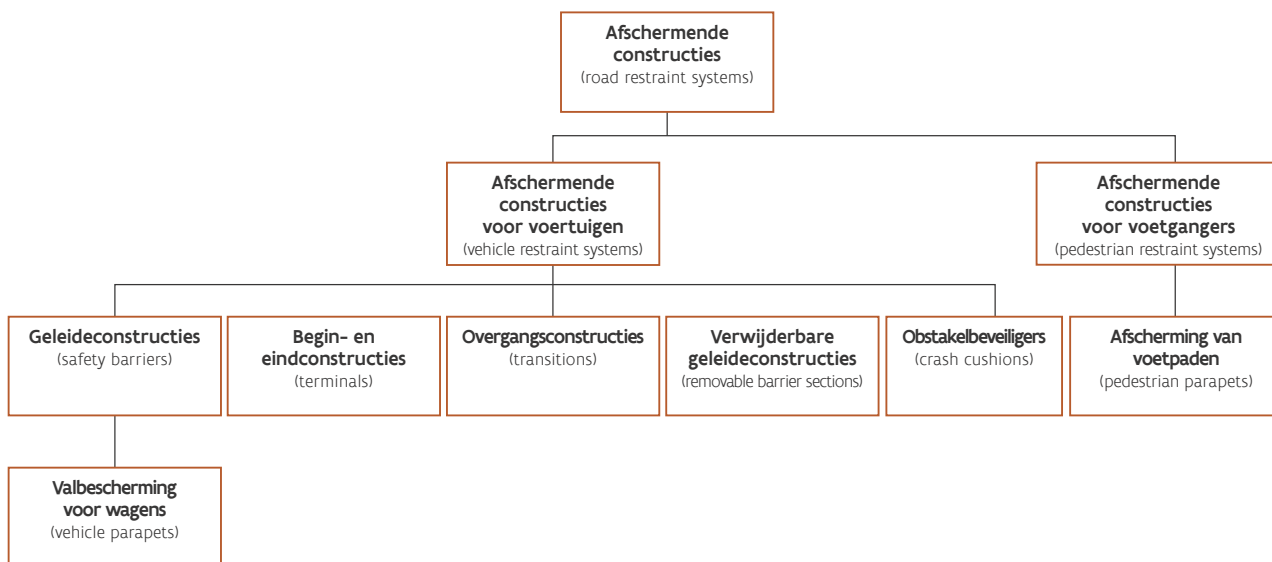
Geleideconstructies en obstakelbeveiligers maken het voorwerp uit van een geharmoniseerde norm waardoor deze onderworpen zijn aan CE-markering. De overige onderdelen (beginconstructies, brugleuningen en overgangsconstructies) zijn niet onderhevig aan CE-markering maar moeten wel voldoen aan de eisen van de normen.

CE-markering is geregeld door de Bouwproductenverordening CPR (Construction Product Regulation 305/2011/EU). Het doel van de CE-markering is tweeledig van aard. Enerzijds is het doel de vrije handel binnen de lidstaten te bevorderen terwijl anderzijds de veiligheid in het gebruik van de producten wordt verhoogd. Een CE-markering is geen garantie voor kwaliteit.

Om een CE-markering te mogen aanbrengen moet de fabrikant gecertificeerd zijn. Hij moet beschikken over een zogenaamd prestatiebestendigheidscertificaat, vaak CE-certificaat genoemd. Hiervoor moet hij via de crashtesten de prestaties van de geharmoniseerde kenmerken bepalen. Vervolgens moet hij een FPC (Factory Production Control) systeem implementeren om ervoor te zorgen dat de producten bij verdere productie blijven voldoen aan de bepaalde prestaties. Tot slot moet hij toezicht laten uitvoeren door een aangemelde instantie die auditeert.

Op de producten zelf dient de CE-markering aangebracht te worden. In toepassing van de CPR moeten de op de markt gebrachte producten vergezeld zijn van een zogenaamde prestatieverklaring (Declaration of Performance – DoP), waarin de prestaties van de essentiële kenmerken worden vermeld. Met de aanbrengring van de CE-markering neemt de producent de verantwoordelijkheid dat het product de in de prestatieverklaring vermelde prestaties levert en aan eventuele andere toepasselijke regelgeving voldoet.

De huidige normering gaat uit van de prestaties van het systeem en niet de vorm, het materiaal of de afmetingen. Bij CE-gemarkeerde producten worden de prestaties onderverdeeld in de essentiële karakteristieken (hierover moet minimaal een uitspraak worden gedaan) en andere. NBN-EN 1317-1 maakt volgende indeling van de onderdelen:



figuur 14: Keuze afschermdende constructies

## 5.5.3 Geleideconstructies

### 5.5.3.1 Regelgeving

De essentiële karakteristieken voortvloeiend uit de Europese regelgeving voor de geleideconstructies zijn:

- Prestaties onder voertuigimpact:
  - het kerend vermogen: de mate waarin de constructie voertuigen tegen houdt;
  - de schokindex: index die een maat is voor de ernst van de versnellingen die een inzittende van een personenwagen ondergaat bij botsing met een afschermdende constructie voor voertuigen;
  - de werkingsbreedte: op het voorvlak van een geleideconstructie en loodrecht op de as van de weg gemeten afstand tussen de voorkant van de geleideconstructie in normale positie en de plaats van het verst uitwijkend onderdeel aan de achterzijde van de geleideconstructie bij aanrijding;
  - de dynamische uitwijking (of dynamische deflectie): mate waarin de verkeerszijde van de geleideconstructie uitwijkt;
  - de voertuigoverhelling: mate waarin een vrachtwagen of bus over een geleideconstructie helt tijdens de impact bij een botsproef.
- De duurzaamheid.
- Weerstand tegen sneeuwruimen.
- Andere eigenschappen kunnen zijn:
  - loskomende brokstukken;
  - openingen voor waterafvoer;
  - ...

De andere eigenschappen, voor zover ze niet zijn gedefinieerd in NBN EN 1317-2, worden uitvoerig beschreven in PTV 124 (geprefabriceerde betonnen geleideconstructies) en PTV 869 (andere materialen). Om de concurrentie maximaal te laten spelen en in het kader van de wet op overheidsopdrachten, is het niet aangewezen om nog bijkomende eigenschappen te vragen, zoals kleur, materiaal ... Dit kan immers gezien worden als concurrentiebeperkend en wordt binnen de wet op overheidsopdrachten daarom niet zomaar aanvaard. Indien er toch omstandigheden zijn die een materiaalkeuze of andere bijkomende beperking van de te gebruiken types noodzaken, dient dit uitdrukkelijk gemotiveerd te worden. Deze motivatie blijft normaal een intern document, maar moet wel beschikbaar blijven gedurende de levensduur van de installatie. Omstandigheden die dergelijke keuzes verantwoorden, kunnen zeer verschillend zijn: aansluiting op bestaande constructies, omgevingskenmerken ... Ze moeten steeds aan een specifiek project gekoppeld zijn en mogen dus nooit gegeneraliseerd worden.

### 5.5.3.2 Kerend vermogen

Het kerend vermogen is een maat om aan te geven welke kinetische energie kan tegengehouden worden door de geleideconstructie. Een hoger kerend vermogen betekent dus dat zwaardere (vracht)wagens kunnen tegen gehouden worden, tegen hogere impactsnelheden. De impacthoek is eveneens een bepalende factor in de kinetische energie die tegengehouden moet worden.

De codes die het kerend vermogen beschrijven staan voor:

- T1/T2/T3: Laag kerend vermogen, enkel bedoeld voor tijdelijk gebruik;
- N1/N2: Normaal kerend vermogen;
- H1/H2/H3/L1/L2/L3: Hoog kerend vermogen;
- H4a/H4b/L4a/L4b: Zeer hoog kerend vermogen.

De meest gangbare klassen in Vlaanderen zijn van laag naar hoog kerend vermogen: H1 < H2 < H3 < H4b.

kerend vermogen	getest met	geschikt voor
T3	personenwagen en vrachtwagen aan relatief lage snelheden (80 km/h) onder relatief kleine impacthoek	tijdelijke situaties
H1 L1	lichte personenwagen met hoge snelheid en vrachtwagen van 10 ton	afschermen van middenbermen en zijbermen met lichte tot middelmatige risico's
H2 L2	lichte personenwagen met hoge snelheid en bus van 13 ton	
H3 L3	lichte personenwagen met hoge snelheid en vrachtwagen van 16 ton	
H4a L4a	lichte personenwagen met hoge snelheid en vrachtwagen van 30 ton	
H4b L4b	lichte personenwagen met hoge snelheid en vrachtwagen van 38 ton	afschermen van belangrijke constructies met hoge risico's

tabel 8: Kerend vermogen (snel voertuig categorie H: 100 km/h categorie L: 110 km/h)

Ook andere klassen kunnen gekozen worden. Het volledige overzicht van alle klassen is terug te vinden in NBN EN 1317-2 onder tabel 2.

### 5.5.3.3 Schokindex

Een afscherpende constructie moet een bepaalde kinetische energie kunnen tegenhouden. Zoals aangegeven in hoofdstuk 5.1.2.2 Energie en hoofdstuk 5.1.2.3 Krachten, gebeurt dit liefst zo traag mogelijk, waarbij zoveel mogelijk energie geabsorbeerd wordt door andere elementen dan het menselijke lichaam. De schokindex is een parameter die weergeeft hoe groot de kans op ernstige letsels is van de inzittenden bij een aanrijding. De index wordt bepaald door 2 parameters, de ASI (Acceleration Severity Index)-waarde en de THIV (Theoretical Head Impact Velocity). De eerste waarde is een graadmeter voor de versnellingen die op de inzittenden inwerken, de tweede waarde is de theoretische snelheid waarmee een inzittende tegen de stuurinrichting of het zijraam botst.

Een afschermdende constructie met schokindex A is vergevingsgezinder dan een afschermdende constructie met schokindex B. Een schokindex C leidt tot zwaardere kwetsuren en is te vermijden. Dit is uitzonderlijk toepasbaar indien de secundaire gevolgen te groot zijn. De test die de schokindex bepaalt, gebeurt met de lichtste personenwagen, behalve voor de L-klassen. Voor de L-klassen zijn er twee testen met personenwagens en bepaalt het slechtste resultaat de uiteindelijke classificatie. Dit is niet noodzakelijk het resultaat met het lichtste voertuig.

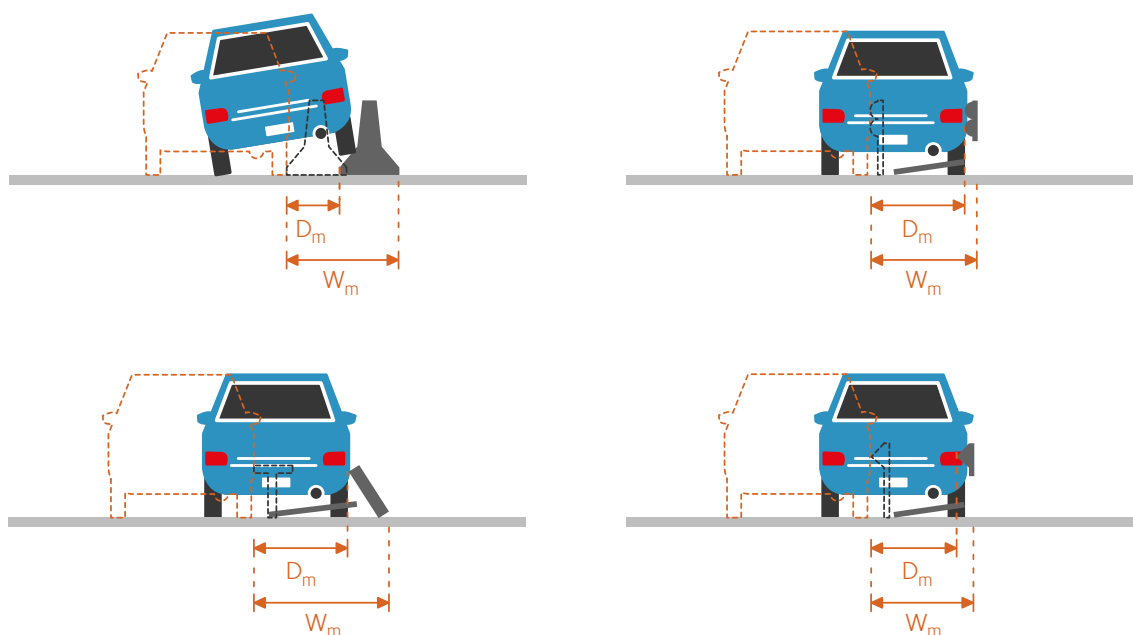
	schokindex	indexwaarde	
voldoende veilig voor de inzittenden	A	ASI ≤ 1,0	THIV ≤ 33 km/h
aanvaardbaar – matig vergevingsgezind	B	ASI ≤ 1,4	
slechts in zeer uitzonderlijke omstandigheden aanvaardbaar, enkel als de secundaire gevolgen te groot worden	C	ASI ≤ 1,9	

tabel 9: Klassen van schokindex

De moeilijkheid bij het ontwerpen van geleideconstructies is de combinatie van een goed kerend vermogen met enerzijds beperkte werkingsbreedte en anderzijds een goede schokindex.

### 5.5.3.4 Genormaliseerde werkingsbreedte (en dynamische deflectie)

De werkingsbreedte is de maximale afstand tussen de voorzijde (verkeerszijde) van de geleideconstructie vóór aanrijding tot de plaats van het verst uitwijkend onderdeel aan de achterzijde van de geleideconstructie bij aanrijding. Genormaliseerd wil zeggen dat de tijdens de crashtesten de gemeten werkingsbreedte  $W_m$  en de dynamische deflectie  $D_m$  naar afwijkingen in inrijhoek, snelheid en massa worden herrekend (zie figuur 15) (bron: NBN EN 1317-2 (2010) p12).



figuur 15: Gemeten werkingsbreedte  $W_m$  en dynamische uitwijking  $D_m$

De voorkant (vanuit de verkeerszijde) van een afschermdende constructie moet dus verder van een obstakel staan dan de werkingsbreedte om de kans op aanrijding van een obstakel te verminderen. De norm NBN EN 1317 definieert 8 klassen genormaliseerde werkingsbreedte  $W_N$  van  $W_1$  ( $W_N \leq 0,6$  m) tot  $W_8$  ( $W_N \leq 3,5$  m) (zie tabel 10). Naast de werkingsbreedte staat op figuur 15 ook de dynamische uitwijking weergegeven. Dit is de verste uitwijking van de verkeerszijde van de geleideconstructie. Dit is een parameter die minder gebruikt wordt. Enkele voorbeelden waarbij dynamische deflectie een rol speelt, zijn bij overgangsconstructies, geleideconstructies waar specifiek een dynamische deflectie van 0 wordt opgelegd (bijvoorbeeld tunnels) of bij de interactie tussen een afschermdende constructie en een botsvriendelijke steun<sup>1</sup>.

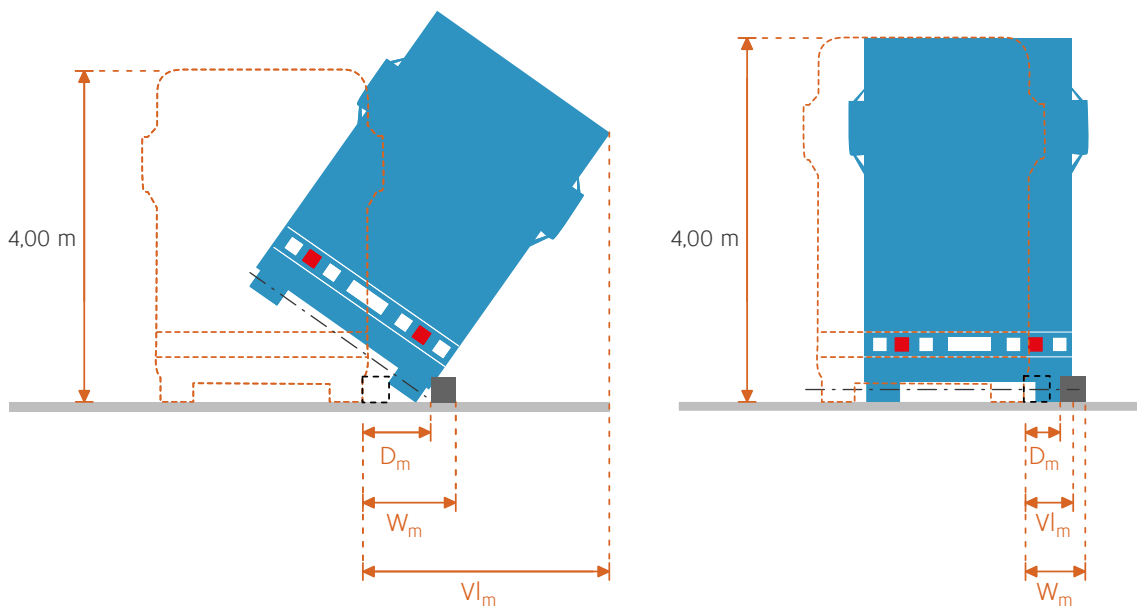
1 Wanneer een botsvriendelijke steun geplaatst wordt achter een afschermdende constructie moet deze buiten de dynamische deflectie bij de TB11 proef geplaatst worden.

klassen genormaliseerde werkingsbreedte	waarde per klasse (m)
W1	$W_N \leq 0,6$
W2	$W_N \leq 0,8$
W3	$W_N \leq 1,0$
W4	$W_N \leq 1,3$
W5	$W_N \leq 1,7$
W6	$W_N \leq 2,1$
W7	$W_N \leq 2,5$
W8	$W_N \leq 3,5$

tabel 10: Genormaliseerde werkingsbreedte

### 5.5.3.5 Genormaliseerde voertuigoverhelling

Bij hoge voertuigen kan het gebeuren dat het voertuig bij aanrijding van de geleideconstructie gaat hellen en als het ware op de geleideconstructie gaat liggen. Dit fenomeen heet voertuigoverhelling en wordt gekarakteriseerd met de voertuigoverhellingindex (VI). Hierdoor kan een bepaald punt van het voertuig verder uitsteken dan de (genormaliseerde) werkingsbreedte  $W_N$ . Wanneer bij de testen geen enkel testvoertuig over de constructie helt, zijn de VI en de (genormaliseerde) werkingsbreedte gelijk aan elkaar<sup>11</sup>. De eis voor de VI is logischerwijs gelijk of groter dan de werkingsbreedte. Het opleggen van eisen voor de VI is vooral van belang als er net buiten de werkingsbreedte obstakels staan die hoger zijn dan 1,5 m. Wanneer een dergelijk obstakel zich achter de afschermdende constructie bevindt (brugpijler, geluidsscherm, ...) kan deze immers door cabine of oplegger geraakt worden.



figuur 16: Voertuigoverhelling

<sup>11</sup> In een theoretische geval zou de genormaliseerde voertuigoverhelling van een systeem dat heel breed is, ook lager kunnen zijn dan de genormaliseerde werkingsbreedte

In tabel 11 worden de waarden voor de voertuigoverhelling weergegeven.

klassen voertuigoverhelling	waarde per klasse (m)
VI1	$VI_N \leq 0,6$
VI2	$VI_N \leq 0,8$
VI3	$VI_N \leq 1,0$
VI4	$VI_N \leq 1,3$
VI5	$VI_N \leq 1,7$
VI6	$VI_N \leq 2,1$
VI7	$VI_N \leq 2,5$
VI8	$VI_N \leq 3,5$
VI9	$VI_N > 3,5$

tabel 11: Voertuigoverhellingsindex

### 5.5.3.6 Minimale lengtes

#### 5.5.3.6.1 Geteste lengte

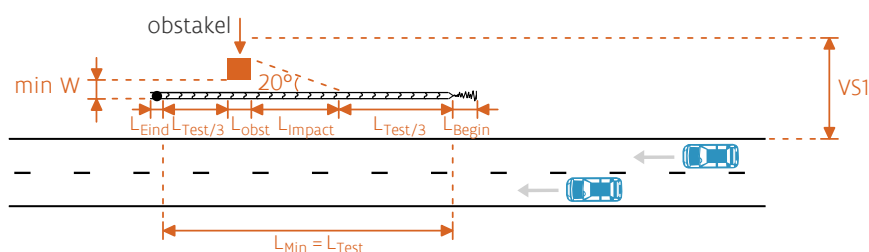
De installatievoorschriften van de geleideconstructie zullen ook steeds de minimale installatielengte bevatten. Indien deze niet wordt vermeld in de installatievoorschriften, dient ze opgevraagd te worden op basis van de testrapporten. De installatielengte moet in principe gerespecteerd worden omdat anders de werking niet is gegarandeerd. Het is immers de lengte nodig voor de verdeling van de energie bij de aanrijding. Bij installatie van een kleinere lengte dan de geteste lengte is er onvoldoende materiaal aanwezig om de aanrijnergie te absorberen en het voertuig te keren. Op dat ogenblik kan de geleideconstructie niet meer kerend werken, het kan verder uitwijken dan voorzien, het kan ongecontroleerd plooiën ...

Daarnaast is een minimumlengte voor en na de obstakels vereist zodat de geleideconstructie ter hoogte van het obstakel kan werken zoals deze getest is. Bij aanrijding wijkt niet alleen het deel van de afschermende constructie dat wordt aangereden uit, maar ook een zekere lengte voor en na de plaats van aanrijding om het voertuig terug in de juiste koers te brengen. Dit noemt men het "kabeffect". Wanneer deze lengte voor of na de plaats van aanrijding er niet zou zijn, zou de afschermende constructie anders gaan reageren en komt de veiligheid in het gedrang.

#### 5.5.3.6.2 Lengte in functie van obstakel

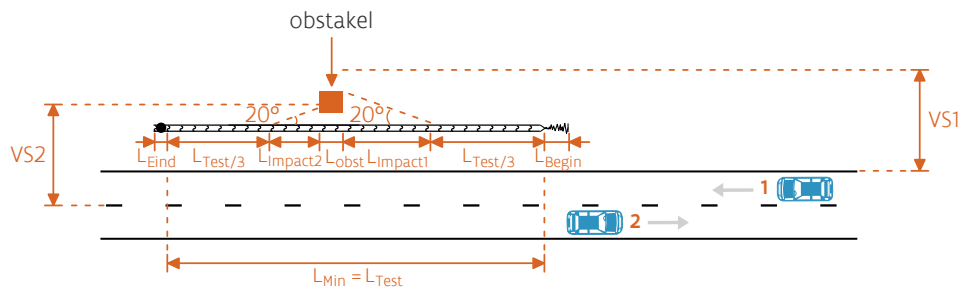
Om correct te functioneren ter hoogte van het obstakel moet de lengte van een geleideconstructie daarnaast correct gepositioneerd worden. Hiermee wordt ook vermeden dat een voertuig achter de geleideconstructie toch nog tegen het obstakel terechtkomt. De principes hierachter zijn dat:

- het obstakel zich bevindt in de veiligheidsstrook VS;
- het obstakel door een dwalend voertuig wordt aangereden onder een hoek van  $20^\circ$ ;
- de totale lengte van de geleideconstructie minstens de minimale installatielengte ( $L_{Test}$ ; geteste lengte) moet bedragen;
- de impact van het voertuig op de geleideconstructie nooit vroeger mag zijn dan na  $1/3$  van de geteste lengte ( $L_{Test/3}$ );
- de constructie mag niet dicht bij het obstakel geplaatst worden dan de werkingsbreedte  $W$ .



figuur 17: Theoretische afscherming obstakel enkele rijrichting

Wanneer deze principes worden toegepast op een weg met verkeer in twee richtingen waarbij de breedte van het obstakel zich niet volledig binnen de veiligheidsstrook van de richting 2 bevindt, bekomt men volgende schets:

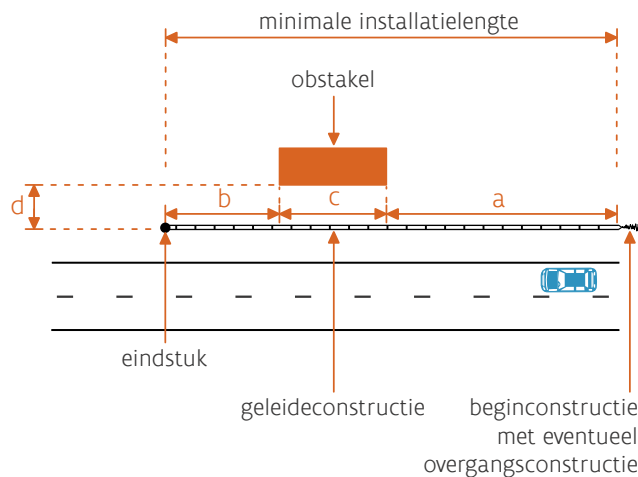


figuur 18: Theoretische afscherming obstakel beide rijrichtingen

In vele gevallen zal de vereenvoudiging zoals hieronder geschetst kunnen gebruikt worden. De minimale aanbevolen afstanden a voor en b na het obstakel(s) die geplaatst moeten worden zijn (zie figuur 19):

- $a \geq 2/3$  geteste lengte;
- $b \geq 1/3$  geteste lengte;
- c: lengte obstakel;
- d: werkingsbreedte.

Bovendien moet er voorkomen worden dat een voertuig achter de geleideconstructie terecht komt (zonder deze te raken) en zo toch tegen het obstakel terecht komt. Meestal is de lengte a hiervoor voldoende.



figuur 19: Te respecteren (lengte) afstanden bij afschermende constructies

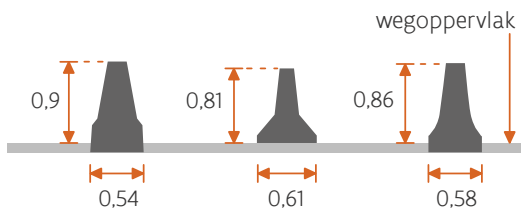
### 5.5.3.7 Sneeuwruimcriteria

Er kunnen naast bovenstaande eisen criteria opgelegd worden omtrent de geschiktheid voor sneeuwruimers. Voor Vlaanderen is dit veel minder relevant dan voor bijvoorbeeld Scandinavische landen. Voorlopig heeft het Standaardbestek 250 hiervoor dan ook geen vereisten opgelegd.

### 5.5.3.8 Bestaande constructies

Vooraleer er Europese normering bestond, gebruikte de overheid twee types geleideconstructies: betonnen (veiligheidsstootbanden) en metalen (vangrails). Deze werden beschreven op basis van vormkenmerken. De specifieke afmetingen waren opgenomen in een omzendbrief.

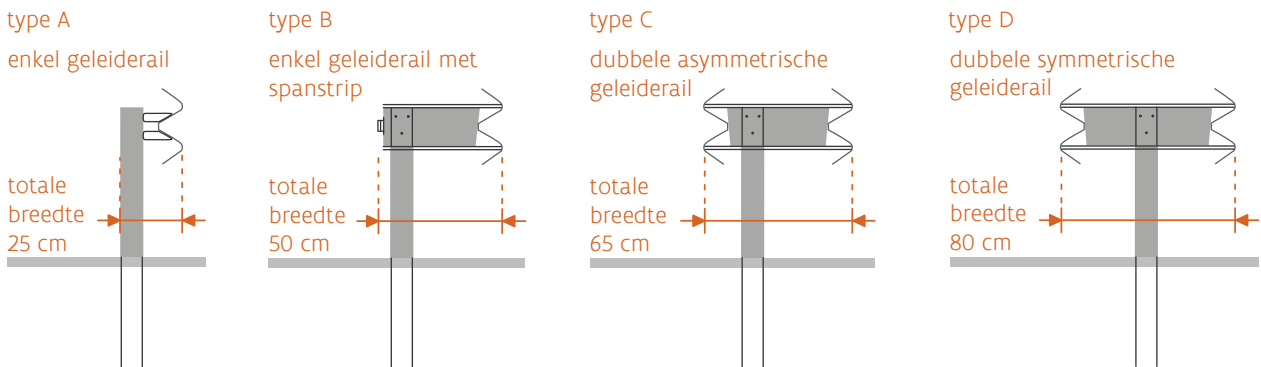
De onderscheiden types veiligheidsstootbanden waren een STEP-profiel, F-shape en New Jersey-profiel.



figuur 20: Types STEP-profiel, F-shape en New Jersey-profiel

De onderscheiden types vangrails waren:

- type A: enkele geleiderail met 140 mm uitkraging en een totale breedte van 250 mm;
- type B: enkele geleiderail met een spanstrip achteraan versterkt, met 350 mm uitkraging en een totale breedte van 500 mm;
- type C: dubbele asymmetrische geleiderail met 350 mm uitkraging en een totale breedte van 650 mm;
- type D: dubbele symmetrische geleiderail met 350 mm uitkraging en een totale breedte van 800 mm.



figuur 21: Dwarsdoorsnede van metalen vangrails voor Europese normering type A, type B, type C en type D

Alle vangrails konden worden uitgevoerd met verschillende tussenafstanden voor de palen (1,33 m, 2 m, 2,66 m, 4 m), om zodoende het kerend vermogen en de werkingsbreedte aan te passen (hoewel die termen toen nog niet werden gebruikt), en met twee paallengtes: 1,75 m of 1,90 m.

Het voordeel hiervan was dat alles standaard was: planken, palen (IPE 100 en later sigma-paal), afstandhouders, spanstrips, beugels, diagonalen, klembeugels, lasplaten. Zelfs voor de bruggen gebruikte men standaard voet- en grondplaten.

Het nadeel was dat men geen enkele controle had op de voertuigkerende eigenschappen van deze constructies. Zij waren niet getest, er was immers geen gestandaardiseerde testmethode. In gans Europa plaatste men ook verschillende systemen, waardoor er geen vergelijking mogelijk was en de markten zeer gesloten.

De in deze paragraaf behandelde oudere systemen mogen op heden niet meer nieuw geïnstalleerd worden.

### 5.5.4 Begin- en eindstukken

Een geleideconstructie heeft twee uiteinden, een begin en een einde. Om correct te kunnen werken moeten deze uiteinden verankerd worden gelijkwaardig aan de verankering tijdens de crashtesten. Dit moet garanderen dat het vervolg of voorafgaande deel van de geleideconstructie correct kan werken (het kabeleffect kan genereren). Daarnaast en zeker even belangrijk is er het aanrijdgevaar van deze uiteinden. Het begin is daarbij een potentieel gevaarlijke plaats. Hier kan een voertuig immers frontaal tegen rijden.



LET WEL: Als de afscherpende constructie mogelijk kan aangereden worden vanuit de tegengestelde rijrichting (bijvoorbeeld op gewestwegen zonder middenberm) wordt het eindstuk als een beginstuk beschouwd. Op een eindstuk kan namelijk frontaal ingereeden worden door een voertuig van de tegenovergestelde rijrichting.

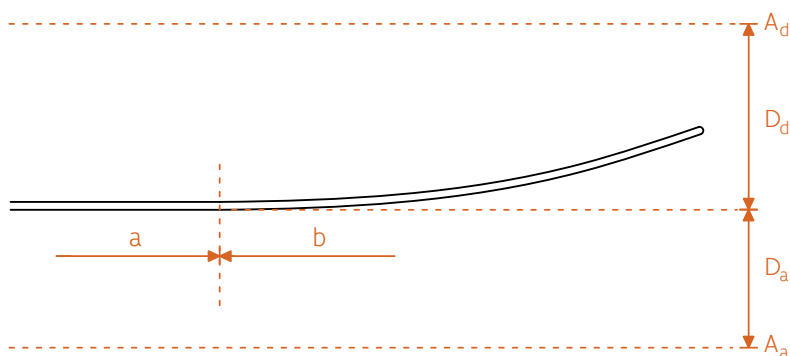
In het verleden loste men dit op door het begin naar beneden af te buigen (zowel in beton als in metaal). Dit leidt echter nog steeds tot gevaarlijke omstandigheden. Als de verankering bijvoorbeeld niet goed is, kan het begin nog steeds in de wagen dringen. Als de verankering wel goed is, is er kans dat het voertuig naar boven wordt gekatapulteerd of gaat rollen. Het naar beneden afbuigen van de geleideconstructie is dan ook niet toegelaten.

#### 5.5.4.1 Geteste beginconstructies

NBN ENV 1317-4:2002 schrijft voor welke testen er dienen te gebeuren op beginconstructies.

Als men producten voorschrijft die succesvol getest zijn volgens de norm kan men voor volgende parameters klassen voorschrijven:

- performantieniveaus P1 – P2 – P3 – P4, zowel voor begin- als eindstukken, of beide. De performantieniveaus verwijzen naar de snelheid en het type voertuig waarmee de testen met aanvaardbare resultaten werden uitgevoerd:
  - P1: personenwagen 900 kg, 80 km/h;
  - P2: personenwagen 1.300 kg, 80 km/h;
  - P3: personenwagen 1.300 kg, 100 km/h;
  - P4: personenwagen 1.500 kg, 110 km/h.
- twee klassen schokindex: A en B.
- twee soorten klassen werkingsbreedte waarbij de (permanente) vervorming van de beginconstructie binnen de aangegeven grenzen blijft (zie figuur 22):
  - werkingsruimte kant verkeer:
    - klasse x1 ( $D_a \leq 0,5$  m);
    - klasse x2 ( $D_a \leq 1,0$  m);
    - klasse x3 ( $D_a \leq 3,0$  m).
  - werkingsruimte achterkant:
    - klasse y1 ( $D_d \leq 1,0$  m);
    - klasse y2 ( $D_d \leq 2,0$  m);
    - klasse y3 ( $D_d \leq 3,5$  m);
    - klasse y4 ( $D_d > 3,5$  m).
- men kan ook eisen stellen aan de zone waarbinnen een aanrijdend voertuig blijft na aanrijding (klassen Z1 tot en met Z4). Binnen de scope van dit vademecum zou dit te ver leiden. Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 5.5.3. van de norm.

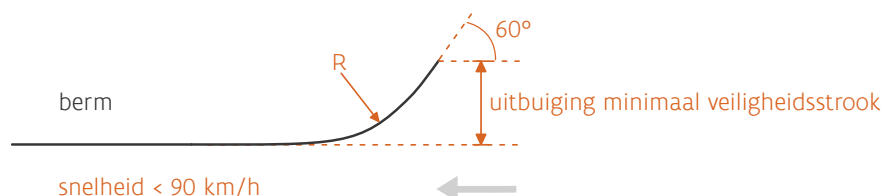


figuur 22: Werkingsbreedte begin- en eindconstructies

Op autosnelwegen en wegen waar de snelheid hoger ligt dan 90 km/h, kiest men bij voorkeur een performantieniveau P4 en in de andere gevallen een performantieniveau P3.

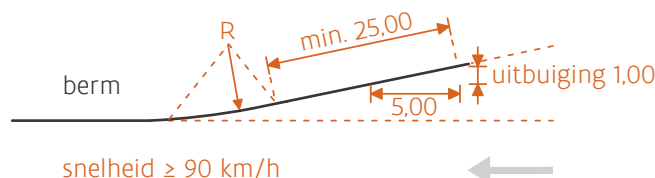
### 5.5.4.2 (Uitgebogen) beginstukken

Hoewel er voorkeur gegeven wordt aan beginstukken die succesvol getest zijn volgens de norm, kan het begin van een geleideconstructie ook worden uitgevoerd volgens figuur 23 voor wegen tot 90 km/h (type 1;  $R = 10$  m) of figuur 24 op wegen vanaf 90 km/h (type 2;  $L = 25$  m).  $R$  is daarbij de buigstraal. In het standaardbestek wordt een waarde  $R$  van 10 m gevraagd. Men moet rekening houden met verschillende zaken zoals de lokale mogelijkheden (beschikbare breedte) maar ook met de voorschriften (toleranties) waarbinnen de fabrikant de werking van zijn product garandeert, bijvoorbeeld welke hoekverdraaiing toegelaten mag worden tussen verschillende elementen van een geleideconstructie. Gezien de complexiteit van de berekening (in functie van de gekende parameters) wordt best het advies van VWT ingewonnen.



figuur 23: Vormgeving uitbuiging op wegen tot 90 km/h (type 1;  $R = 10$  m)

De minimale buigstraal  $R$  is 10 m. vanaf het moment dat er een hoekverdraaiing is t.o.v. de rijrichting met een verhouding 1/5 wordt 25 m in diezelfde richting geplaatst. Hierdoor zal het uiterste punt van de geleideconstructie minstens 5 m meer verwijderd zijn van de rand van de rijbaan dan het parallelle gedeelte.



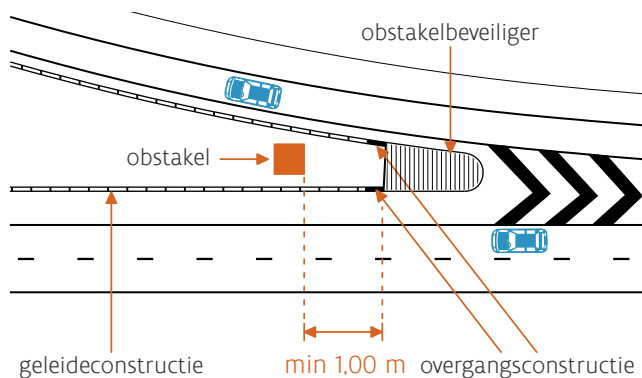
figuur 24: Vormgeving uitbuiging op wegen vanaf 90 km/h (type 2;  $L = 25$  m)

### 5.5.4.3 Eindstukken

Eindstukken zijn minder gevaarlijk dan beginstukken. Eindstukken moeten wel zodanig afgewerkt zijn dat er geen scherpe randen aan zijn. De verankering van het eindstuk wordt conform de handleiding van de fabrikant en de crashtest geïnstalleerd. Het eindstuk van een geleideconstructie mag naar de grond afgeleid worden voor zover dit niet aanrijdbaar is vanuit de tegenovergestelde rijrichting.

### 5.5.5 Obstakelbeveiligers

Obstakelbeveiligers zijn constructies die bedoeld zijn om een singulier obstakel te beschermen tegen frontale aanrijdingen. Dit is vooral van belang wanneer de impacthoek groot kan zijn. Voorbeelden zijn brugpijlers, singuliere seinbruggen, twee afschermende constructies die samenkomen ...



figuur 25: Principetekening obstakelbeveiliging

Bij het voorschrijven van obstakelbeveiligers kunnen volgende parameters worden gebruikt:

- het type obstakelbeveiligers, waarbij er gekozen kan worden tussen geleidende (R: Redirective) en afstoppende (NR: non-redirective) obstakelbeveiligers. Geleidende obstakelbeveiligers zullen het voertuig tegenhouden en in de juiste richting leiden bij een zijdelingse aanrijding. Afstoppende obstakelbeveiligers zijn niet getest op zijdelingse aanrijdingen, houden het voertuig enkel tegen en zijn dus minder aangewezen;
- performantieniveau in km/h (in functie van de te verwachten snelheid): 50 – 80 – 100 – 110;
- de schokindex (A of B).

Om economische redenen dient men rekening te houden met het grote verschil in herbruikbaarheid van de systemen. Hoewel dit niet beschreven is in de Europese norm, is dit wel een belangrijke financiële overweging. Op plaatsen waar veel aanrijdingen gebeuren (meer dan 3 per jaar), plaatsen die zeer moeilijk bereikbaar zijn voor onderhoud, of die zeer filegevoelig zijn, is het raadzaam een (duurdere) obstakelbeveiligers te zetten die voor 90% ter plaatse herbruikbaar is na een aanrijding. Op plaatsen waar bijna geen aanrijdingen gebeuren, kan gekozen worden voor een obstakelbeveiligers die bij aanrijding volledig vervangen moet worden (minder dan 50% ter plaatse herbruikbaar). Dergelijke bepaling dient te worden gezien in het kader van eventuele duurzaamheidscriteria.

Verder mag het obstakel niet dichter geplaatst worden dan de door de fabrikant van de obstakelbeveiligers aangegeven "voorzijde obstakel" in zijn crashtestrapport. Bij gebrek aan informatie hierover moet een minimale afstand van 1 m achter de obstakelbeveiligers gerespecteerd worden.

### 5.5.6 Overgangsconstructies

De overgangsconstructie verbindt twee verschillende types afschermdende constructies en zorgt ervoor dat een eventueel verschil in stijfheid geleidelijk wordt overbrugd. Zo wordt voorkomen dat bij een overgang tussen twee sterk verschillende types afschermdende constructies gevaarlijke situaties ontstaan.

De overgangsconstructies worden op dezelfde manier gekwalificeerd als de geleideconstructies (kerend vermogen, schokindex, werkingsbreedte).

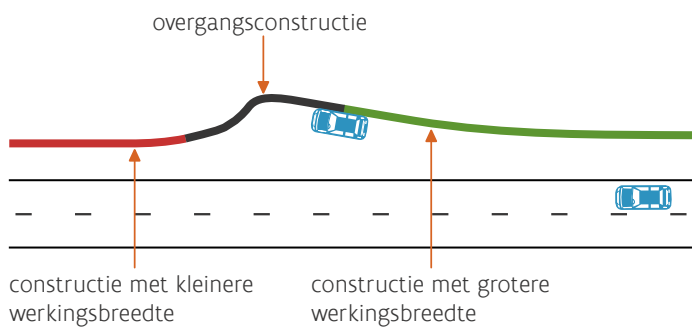
Bij het voorschrijven van een overgangsconstructie, dient rekening gehouden te worden met de aanbevelingen uit tabel 12. Verder is het aan te bevelen om bij het voorschrijven van een overgangsconstructie de richtlijnen en de eisen naar de overgangsconstructies toe zowel in het bestek als op de plannen te hernemen. De posten in de meetstaat worden voor overgangsconstructies gemeten per stuk, maar daarbij worden ook de aansluitende geleideconstructies voor de helft van de lengte van de overgangsconstructie meegerekend.

Wanneer de werkingsbreedte verkleint of het kerend vermogen vergroot bij de overgang naar een ander type afschermdende constructie ontstaat er een probleem. De tweede constructie wijkt minder uit dan de eerste en een voertuig dat ter hoogte van die overgang inrijdt ervaart een frontale botsing.

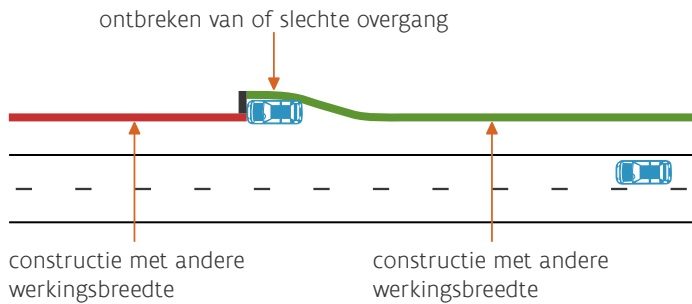
	kerend vermogen verkleint	kerend vermogen blijft gelijk	kerend vermogen vergroot
werkingsbreedte vergroot	is bij goede montage ongevaarlijk	is bij goede montage ongevaarlijk	onbekend, kan gevaarlijk zijn
werkingsbreedte blijft gelijk	is bij goede montage ongevaarlijk	is bij goede montage ongevaarlijk	onbekend, kan gevaarlijk zijn
werkingsbreedte verkleint	onbekend, kan gevaarlijk zijn	onbekend, kan gevaarlijk zijn	altijd gevaarlijk

tabel 12: De risico's van overgangsconstructies

Bij verschil in stijfheid tussen 2 aaneensluitende constructies dient de overgangsconstructie zodanig uitgevoerd te worden dat het verschil in stijfheid geleidelijk wordt overbrugd. Een goede overlapping en stevige bevestiging is daarbij van cruciaal belang (zie figuur 26 en figuur 27).



figuur 26: Gevolgen verkleining van de werkingsbreedte



figuur 27: Gevolgen van een slechte montage bij overgangsconstructies

Omdat overgangen van afscherpende constructies mogelijke gevaren met zich mee brengen, is het aan te raden de overgang van twee verschillende types afscherpende constructies te vermijden. Indien dit toch noodzakelijk is, moet een gelijkaardige dynamische uitwijking  $D_m$  en kerend vermogen nagestreefd worden. Wanneer deze dan toch verschillen, moet aandachtig met de overgang omgegaan worden. Een overgangsconstructie die getest is volgens NBN ENV 1317-4 is een optie. Anderzijds geeft de PTV 869 versie 5.0 in zijn bijlage 5 weer welke maatregelen minimaal moeten worden ondernomen indien twee verschillende afscherpende of geleideconstructies aan elkaar moeten worden verbonden.

Bij overgangsconstructies is een schokindex klasse C uitzonderlijk toegelaten als het nodige type niet in klasse A of B bestaat.

product familie <sup>(1)</sup>	kerend vermogen	voorbeeld (louter indicatief)	$\Delta D_m$ TB51 <sup>(2)</sup>	$\Delta D_m$ TB11 <sup>(3)</sup>	verbindingsstuk <sup>(4)</sup>	actie
identiek	identiek	H2 W5 op H2 W4	< 0,4 m	/	nee	geen actie
		H2 W6 op H2 W3	> 0,4 m	/	nee	simulatie <sup>(5)</sup>
	verschillend <sup>(3)</sup>	H2 W4 op H4b W4	/	< 0,2 m	nee	geen actie
		H1 W4 op H2 W5	/	> 0,2 m	ja/nee	simulatie <sup>(5)</sup>
		H2 W6 op H4b W3	/	> 0,2 m	ja/nee	simulatie <sup>(5)</sup>
verschillend <sup>(3)</sup>	identiek	H2 W5 3-w op H2 W4	< 0,4 m	/	nee	geen actie
					ja	simulatie <sup>(5)</sup>
		H2 W6 op H2 W3 3-w	> 0,4 m	/	ja/nee	simulatie <sup>(5)</sup>
	verschillend <sup>(3)</sup>	H1 W4 op H2 W5	/	/	/	simulatie <sup>(5)</sup>
		H2 W4 op H4b W4	/	/	/	simulatie <sup>(5)</sup>
		H2 W6 op H4b W4	/	/	/	simulatie <sup>(5)</sup>

(1) Geleideconstructies behorende tot eenzelfde productfamilie hebben:

- dezelfde vormgeving qua plank voor stalen geleideconstructies;
- een verschil in hoogte (gerekend van de bovenkant van de plank tot de bodem  $\leq 10$  cm);
- onderdelen die in contact komen met het TB11-voertuig die niet van elkaar verschillen;
- hetzelfde werkingsmechanisme.

(2)  $\Delta D_m$ : Absoluut verschil in de genormaliseerde dynamische deflectie van beide geleideconstructies bepaald voor het toepasselijke voertuig.

(3) Bij een overgang tussen geleideconstructies met een verschillend kerend vermogen binnen eenzelfde productfamilie wordt de maximale dynamische deflectie ( $D_m$ ) van de TB11-botsproef beschouwd.

(4) Onderdeel dat niet tot een van beide geleideconstructies behoort maar speciaal gebruikt wordt om de geometrische en mechanische continuïteit van de overgang te waarborgen.

(5) De conformiteit van de overgang dient te worden aangetoond via numerieke simulatie volgens CEN/TR 16303.

tabel 13: Overgangsconstructies

#### Een voorbeeld

Een installateur wilt overgaan van een H2 W6 geleideconstructie op een H4b W3 geleideconstructie. De vangplank van beide geleideconstructies is een identieke tweegolven plank die op dezelfde hoogte wordt gemonteerd, hierdoor kunnen de constructies aan elkaar verbonden worden zonder speciaal verbindingsstuk dat moet geëvalueerd worden. Deze plank is voor beide geleideconstructies het enige onderdeel dat in contact komt met de personenauto tijdens de TB11-botsproef en beide geleideconstructies steunen op hetzelfde werkingsmechanisme.

Indien de dynamische uitwijking voor beide geleideconstructies niet te veel verschilt, is het risico beperkt en mag de overgang uitgevoerd worden zonder simulatie. Om dit verschil in dynamische deflectie ( $D_m$ ) na te gaan, kijken we naar het resultaat bij hun TB11-botsproef. Hierbij moet het verschil kleiner zijn dan 0,2 m.

Let op: De waarde van deze  $D_m$  zet men meestal niet in de technische fiches. Evaluatie van de crashtestverslagen is hiervoor nodig. Vraag om advies bij VWT.

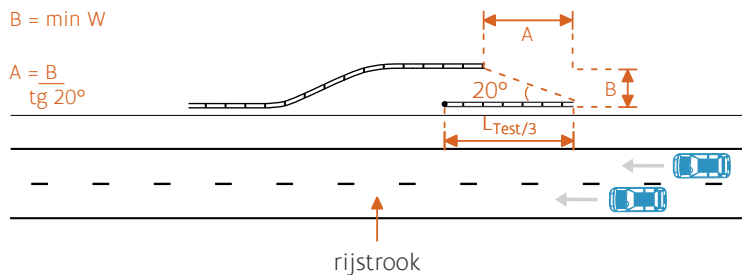
Overgangen mag men niet serieel gaan samenbouwen. Een overgang van geleideconstructie A naar B en een overgang van geleideconstructie B naar C mag men niet gebruiken om een overgang van A naar C te realiseren. Op dat moment moet dit immers beschouwd worden als een overgang van A naar C en moet de gehele constructie hiervoor gecertificeerd worden of moet eerst de minimale installatielengte van geleideconstructie B tussen beide overgangen voorzien worden.

Om overgangen van afscherpende constructies te vermijden kunnen constructies opgeschoven opgesteld worden. We noemen dit een overlapping. Onderstaande figuur schetst hoe men dit op een goede manier concipieert.

W = werkingsbreedte  
voorste constructie

B = min W

$$A = \frac{B}{\tan 20^\circ}$$



figuur 28: Overlapping

Voorbeeld

Als de werkingsbreedte van de voorste constructie W5 (1,7 m) bedraagt, is B minimum 1,7 m. Berekening van  $A = (B/\tan 20^\circ)$  levert een afstand A van 4,7 m op.

De achterste geleideconstructie mag bijgevolg 4,7 m starten na het punt  $L_{\text{Test}/3}$  van de voorste constructie.

Als  $L_{\text{Test}}$  60 m bedraagt voor deze constructie, betekent dit dat de achterste constructie 15,3 m ( $L_{\text{Test}/3} - A = 20 \text{ m} - 4,7 \text{ m} = 15,3 \text{ m}$ ) overlapt met de voorste.

### 5.5.7 Dilatatie-element bij brugvoegen

Ter hoogte van de brugdekvoeg dient bijkomend een dilatatie-element (schuifverbinding) voorzien te worden. Dit element zorgt ervoor dat de afschermdende constructie over de brugdekvoeg heen kan doorgetrokken worden en waarbij de prestatie-eisen van de afschermdende constructie gegarandeerd blijven, maar die de beweging van het kunstwerk ter hoogte van de brugdekvoeg niet hinderen.



figuur 29: Dilatatie-element bij betonnen afschermdende constructie

### **5.5.8 Motorvangplanken**

Een motorrijder kan bij een ongeval onder een geleideconstructie doorschuiven en zich ernstig verwonden aan zowel de vangplank als aan de steunpalen.

Bij de metalen geleideconstructies kan een extra tweede plank voorzien worden als bescherming voor motorrijders, overeenkomstig de dienstorder LIN/AWV 2004/5. Er zijn ook 'motorvangplanken' die enkel de steunpalen afschermen maar deze zijn minder aangewezen omdat ze het onderdoorschuiven niet verhinderen.

Bij nieuwe projecten wordt bij voorkeur het geheel van geleideconstructie en motorvangplank die succesvol getest werden volgens de eisen van NBN EN 1317-2 en CEN/TS 17342:2019 aanvaard als afschermdende constructie met motorvangplank. In het hoofdstuk 8-2.3.1 van het Standaardbestek 250 versie 4.1 worden de eisen naar de minimale snelheidsklassen en het minimale schokniveau beschreven. Wanneer men spreekt in deze context van het schokniveau I wordt gerefereerd naar de HIC-waarde (Head Injury Criteria). Daarenboven dienen de installatievoorwaarden van de PTV 869 versie 5.0 van 2019-04-23 te worden gerespecteerd.

De afschermdende constructie voor motorrijders wordt bij voorkeur op hetzelfde type geleideconstructie aangebracht als degene waarop deze getest werd volgens CEN/TS 17342:2019.

Indien de afschermdende constructie op een ander type geleideconstructie wordt bevestigd moet aan de eisen in bijlage hoofdstuk 8.1 Principe motorvangplanken worden voldaan. Hierin vindt u de principetekeningen en eisen voor de installatie van motorvangplanken.

### **5.5.9 Duurzaamheid**

In de verschillende normen is het ook mogelijk duurzaamheidsvoorwaarden op te leggen. In België worden deze voorwaarden voorgeschreven via de Technische Voorschriften (PTV 124 voor betonnen geprefabriceerde afschermdende constructies en PTV 869 voor andere materialen). Deze moeten niet afzonderlijk in het bestek opgenomen worden, tenzij er uitzonderlijke omgevingsfactoren of andere factoren zijn die dit verantwoorden.

## **5.5.10 Keuze van een type afschermdende constructie**

### **5.5.10.1 Algemeenheden**

Indien de omstandigheden (plaatsgesteldheid, veiligheid, economische redenen, ...) een afschermdende constructie noodzakelijk maken, is het van belang een juiste en verantwoorde keuze te maken van het type afschermdende constructie (de prestatieklassen). Bij de keuze van afschermdende constructies zijn er een aantal parameters die men in beschouwing moet nemen zoals de grootte van het risico, de beschikbare ruimte en de aard van de voorziening (tijdelijk of blijvend).

Sommige randvoorwaarden bepalen het risico op ernstige ongevallen en verantwoorden hierdoor dat een zeker kerend vermogen of schokindex moet gehaald worden. Andere randvoorwaarden leggen beperkingen op in de ruimte en leggen bijvoorbeeld een maximale werkingsbreedte op. Deze randvoorwaarden bepalen het type afschermdende constructie. Het materiaal en de vorm is daarbij van geen belang, het gaat om de prestaties die geleverd moeten worden.

In uitzonderlijke gevallen kan een bepaald materiaal of specifieke vorm opgelegd worden. Dit bijvoorbeeld uit het standpunt van esthetiek, onderhoud, gewicht of veiligheidsoverwegingen. Hier moet men zeer voorzichtig mee omgaan wegens de wet op de overheidsopdrachten. Dergelijke bijkomende eisen moeten steeds uitvoerig gemotiveerd worden.

Als economische motieven niet zouden spelen bij de keuze van de meest geschikte afschermdende constructie volgens de prestatiekenmerken zou men vanuit veiligheidsoverwegingen ook overall het "zwaarste" type afschermdende voorzien. De risico's zullen dan wellicht minimaal zijn.

Wanneer een bepaalde klasse wordt gevraagd, voldoen alle strengere klassen uiteraard ook aan de vraag. Zo voldoet schokindex A ook aan schokindex B, voldoet W5 ook aan W6 en voldoet een Hb4 ook aan H2. (De uitzonderingen hierop zijn dat H4b niet automatisch aan H4a voldoet en N2 & N1 niet automatisch aan T3). Niet alle combinaties van kerend vermogen, werkingsbreedte en schokindex zijn bovendien realistisch. Enkele vuistregels zonder echte wetenschappelijke waarheden te verkondigen vindt u hieronder:

- Een lagere schokindex vergroot doorgaans de werkingsbreedte. Hoe meer een constructie uitwijkt bij een aanrijding, hoe beter de schok verdeeld wordt over de tijd en het aantal elementen die meewerken. Bijgevolg is de schok ook minder ernstig voor de inzittenden;
- Een hoger kerend vermogen zorgt vaak voor een hogere schokindex. Hoe beter een constructie zware inrijdende voertuigen kan tegenhouden, hoe harder de schok voor kleinere voertuigen;
- Metalen geleideconstructies hebben doorgaans een lagere schokindex en een grotere werkingsbreedte, betonnen geleideconstructies hebben doorgaans een hogere schokindex en een kleinere werkingsbreedte. Echter wanneer men prestaties oplegt, speelt dit argument niet gezien zowel metalen als betonnen geleideconstructies op dezelfde manier getest worden;

### 5.5.10.2 Grootte van het risico

Hoe groter het risico, hoe belangrijker de plaatsing van een goede afscherpende constructie. Dit bepaalt welke klasse van kerend vermogen nodig is. Een vereenvoudigd risicomodel voor wegen opgedeeld in een beslissingsboom met een toegelaten snelheid > 90 km/h en hoofdwegen en een beslissingsboom met een toegelaten snelheid  $\leq$  90 km/h is gegeven in hoofdstuk 5.5.13 Beslissingsboom.

### 5.5.10.3 Beschikbare ruimte

Hoe meer ruimte er is, hoe groter de werkingsbreedte mag zijn. Als er veel ruimte is, is het wellicht mogelijk geen geleideconstructie te plaatsen. Creëer dan een obstakelvrije stopstrook. Als een geleideconstructie toch nodig is, plaats deze best zo ver mogelijk van de rijbaan. Hou er rekening mee dat er voldoende werkingsbreedte moet overblijven achter de geleideconstructie<sup>1</sup>. Zodoende wordt de zone om tot stilstand te komen zonder ergens tegen te botsen groter en wordt de impactsnelheid kleiner (afgenomen kinetische energie). Mogelijks kan het kerend vermogen ook verkleinen omdat zowel de kans op aanrijding als de te dissiperen energie verkleint.

Indien men voormelde afstand tot het obstakel niet heeft, bijvoorbeeld wanneer een kwetsbare brugpijler dichtbij de rand van de rijbaan staat, dan heeft een geleideconstructie eigenlijk weinig zin. Kies dan, als het mogelijk is, voor een aangepaste obstakelbeveiliger en voor een betonnen massief met aangepaste vorm tegen zijwaartse aanrijding. Bij een zijdelingse aanrijding zal de schokindex hoger liggen, maar de constructie zelf zal minimaal worden beschadigd. Daardoor worden de gevolgen geminimaliseerd.

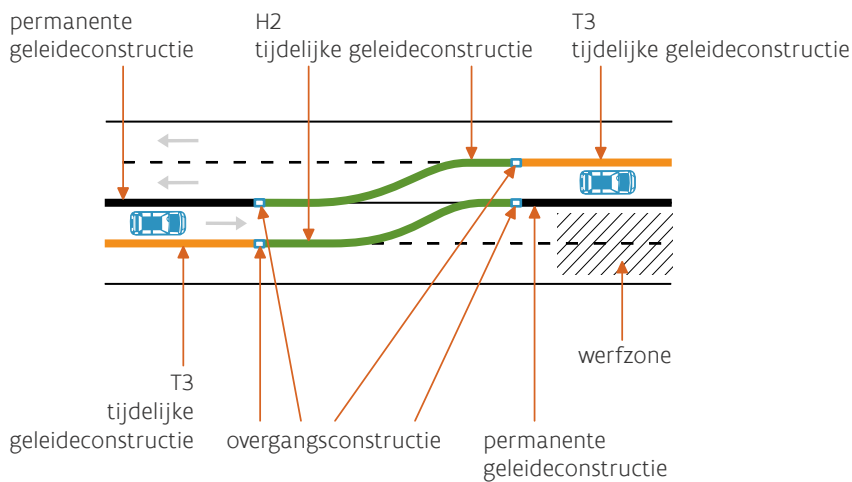
### 5.5.10.4 Tijdelijke constructies

Bij een tijdelijke constructie verkleint het risico door de beperkte tijdsduur (< 6 maanden), de kleinere impacthoek (door de smallere rijstroken) en de lagere snelheid. Bijgevolg is een minder zware constructie vereist. Als dit langer duurt, moet dit eerder als permanent beschouwd worden.

Rekening houdend met de huidige beschikbaarheid op de markt is T3 een geëigend niveau van kerend vermogen waar een ruim gamma van werkingsbreedtes (W2 tot W6) beschikbaar is in diverse materialen. De keuze van de gepaste werkingsbreedte hangt af van de plaatselijke omstandigheden. In de praktijk zal meestal een zeer beperkte werkingsbreedte vereist zijn. Daarom legt het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 8.2 de eis W2 op. Met de voertuigoverhellingsindex houden we bij tijdelijke constructies alleen rekening met hoge obstakels met uitzonderlijk veel risico. In de bochten is het aangewezen om een H2 te voorzien aangezien de impacthoek daar groter is waardoor de totale impactenergie vergroot wordt (zie figuur 30).

<sup>1</sup> Zorg er ook voor dat een geleideconstructie binnen zijn werkingsbreedte niet uitwijkt over een steilere talud, gracht, .... Een wagen die er tegen zou rijden, heeft dan immers veel kans dat hij onder de geleideconstructie door schiet en toch op een obstakel botst.





figuur 30: Tijdelijke geleideconstructie in bogen

### 5.5.10.5 Verwijderbare geleideconstructies en doorsteken

Het is soms noodzakelijk permanent geplaatste geleideconstructies geregeld weg te kunnen nemen, bijvoorbeeld voor onderhoudswerkzaamheden of voor doorsteken voor hulpverlening.

#### 5.5.10.5.1 Wat zegt de normering

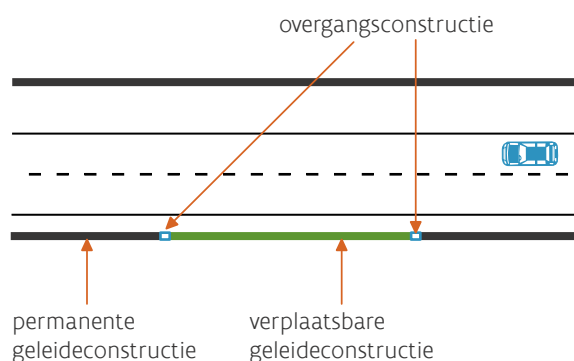
Een verwijderbare geleideconstructie korter dan 40 m wordt beschouwd als een speciale overgangsconstructie die twee delen van eenzelfde geleideconstructie verbindt. Het wordt dan ook getest als een overgangsconstructie.

Een verwijderbare geleideconstructie langer dan 40 m wordt beschouwd als een aparte geleideconstructie, verbonden met de "normale geleideconstructie" via twee overgangsconstructies. Deze verwijderbare geleideconstructie moet dan ook getest worden als een gewone geleideconstructie. De overgangen moeten voldoen aan de voorschriften voor overgangen.

Een verwijderbare geleideconstructie langer dan 40 m, maar korter dan 70 m moet getest worden als een "verwijderbare geleideconstructie" (RBS: removable barrier section), inclusief twee overgangen. Het impactpunt ligt op 1/3 van de lengte van de RBS. In dit geval kan de TB11-proef (test met het lichte voertuig) overgeslagen worden.

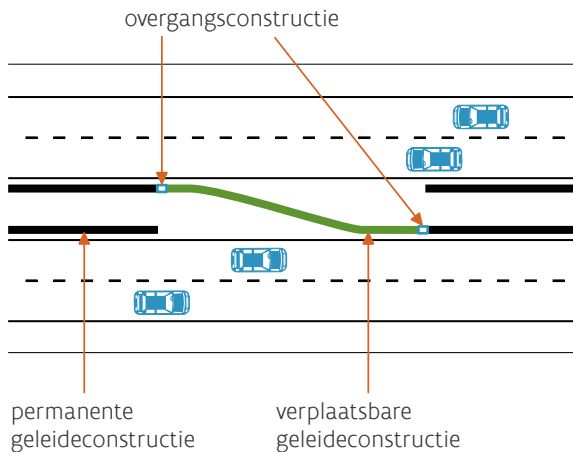
#### 5.5.9.10.2 Toepassing

Als er een doorsteek vereist is, moet er noodgedwongen gebruik gemaakt worden van verplaatsbare constructies. Bovenanzicht A geeft de meest veilige oplossing. Het vereiste kerend vermogen blijft in dit geval gelijk aan de doorlopende geleideconstructie.



figuur 31: Bovenanzicht A: doorsteek afsluiten met eenzelfde kerend vermogen

Bovenaanzicht B geeft een alternatieve oplossing weer waarbij de keuze van het kerend vermogen herzien moet worden, dus de klasse moet verhogen. De geleideconstructie moet immers dezelfde veiligheid bieden (in casu tegen het doorbreken van de middenberm) als de permanente geleideconstructie die in een dubbele rij is uitgevoerd. Bovendien is er ook een grotere impacthoek volgens het bovenaanzicht B. Bovenaanzicht B wordt voornamelijk gebruikt in situaties waar de verkeerspolitie zich wil opstellen met hun dienstvoertuigen voor verkeerscontroles.



figuur 32: Bovenaanzicht B: doorsteek afsluiten met hoger kerend vermogen

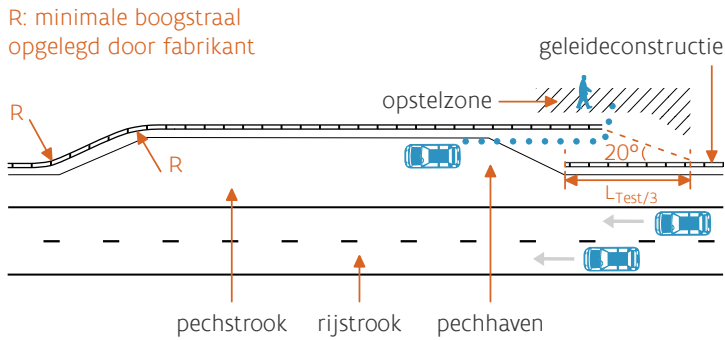
In functie van het doel van de doorsteek moet nagedacht worden over de toe te passen techniek. Indien de doorsteek dient om sporadisch onder werfomstandigheden het verkeer mee over de andere rijrichting te laten rijden, kan men ervan uitgaan dat de doorsteek door zwaarder materieel kan worden opengezet. Kies dan voor een uitvoering in prefab-betonelementen.

In het geval dat de doorsteek door hulpdiensten gebruikt wordt, kies dan voor een op afstand bediende doorsteek in samenspraak met het Verkeerscentrum. Hou rekening met de onderhoudsgevoeligheid van dergelijke systemen.

Er bestaan ook manueel bediende verwijderbare geleideconstructies, die horizontaal of verticaal scharnieren. Het grootste nadeel is dat er voor de opening een manueel ingrijpen noodzakelijk is waarbij de personen die ze bedienen worden blootgesteld aan het passerende verkeer, hetgeen een veiligheidsrisico inhoudt. De bediening ervan kan veelal door 1 of 2 personen. Zeer belangrijk is dat alle bewegende onderdelen goed worden onderhouden zodat de bedrijfszekerheid is gegarandeerd. De manueel te bedienen systemen worden dan ook best enkel gebruikt voor doorsteken die men regelmatig onder werfomstandigheden wil gebruiken om het verkeer op de andere rijrichting te sturen, bijvoorbeeld voor en na tunnels. Ze zijn minder geschikt voor gebruik door de hulpdiensten.

### 5.5.11 Pechhavens

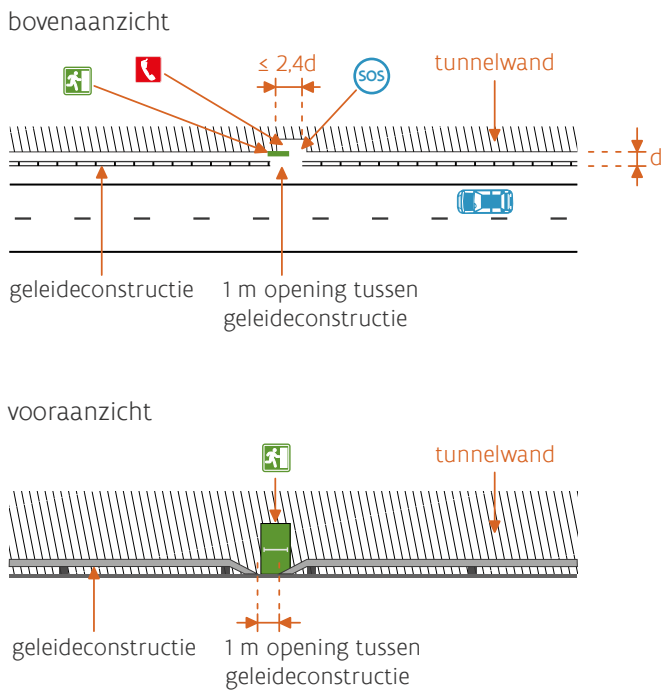
Bij de pechhavens gelden specifieke richtlijnen voor het opstellen van de afschermende constructie. Op figuur 33 wordt deze opstelling principiële voorgesteld. Hierbij is het belangrijk geen hoeken te vormen met de afschermende constructie. Bij een hoek dient de afschermende constructie afgebogen te worden volgens de minimale boogstraal die de fabrikant opgeeft. Stroomopwaarts wordt de afschermende constructie van de pechhaven niet mee afgebogen maar onderbroken. Hierbij wordt een overlap voorzien van de achterliggende afschermende constructie. Deze wordt bekomen door 1/3 van de geteste lengte te nemen van de afschermende constructie langs de pechstrook en dit punt onder een hoek van 20° te projecteren op de achterliggende afschermende constructie. Ook naast zijn functie in het keren van een voertuig heeft deze opstelling het voordeel dat personen zich eenvoudig achter de geleideconstructie kunnen begeven.



figuur 33: Pechhavens

### 5.5.12 Veiligheidsnissen (hulppostnis, nooddeuren) in tunnels

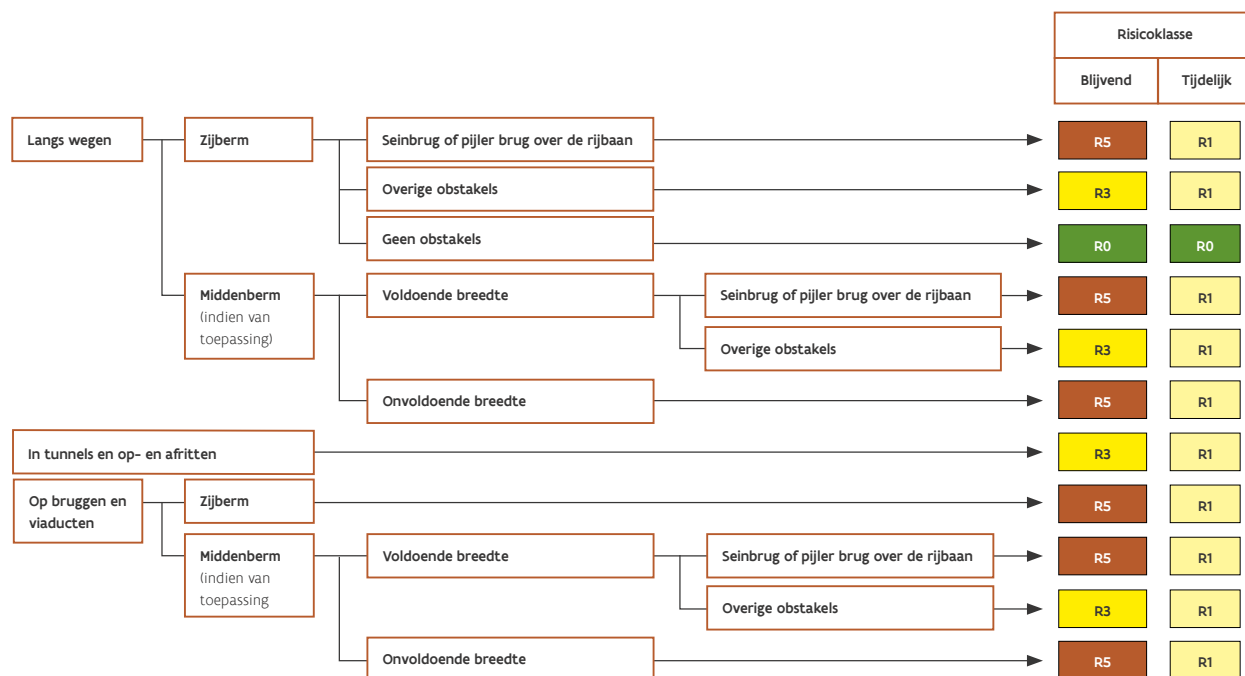
Ter hoogte van veiligheidsnissen in tunnels dient de geleideconstructie onderbroken te worden om te zorgen dat mensen makkelijk weg kunnen bij noodsituaties. Gezien de beperkte breedte van de tunnels (en de grote kost om ze breder te maken), wordt de onderbreking zodanig geplaatst dat een inrijdende wagen de veiligheidsuitrusting niet raakt of beschadigt. De opening is 1 m breed en wordt zo geplaatst dat er onder een hoek van 20° bescherming is. Het begin van de volgende geleideconstructie wordt in dit geval wel naar beneden gebogen. Een geteste beginconstructie is op deze locaties niet mogelijk gelet op de beperkte beschikbare werkingsbreedte.



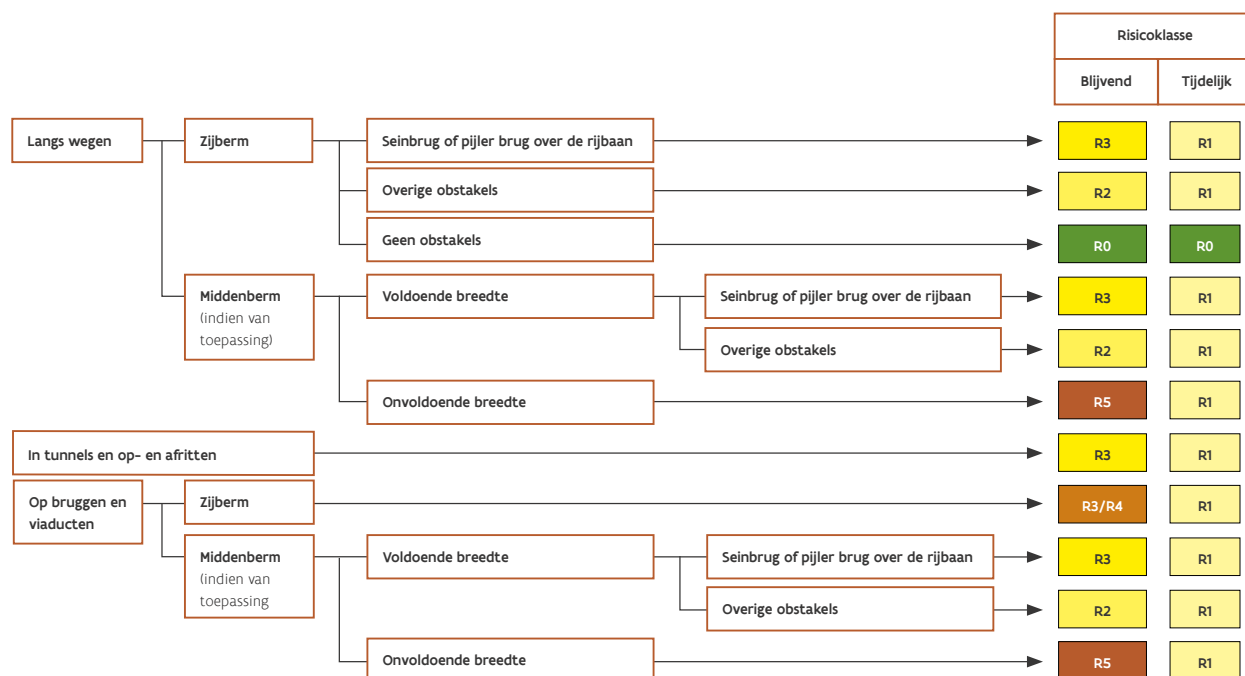
figuur 34: Veiligheidsuitrusting tunnels

### 5.5.13 Beslissingsboom

Om het correcte kerend vermogen te bekomen wordt eerst het risico nagekeken. In onderstaande twee schema's wordt schematische weergegeven welk risiconiveau moet genomen worden voor een specifieke situatie. De twee schema's zijn opgedeeld in een schema voor wegen met een snelheid hoger dan 90 km/h en hoofdwegen en een schema voor een snelheid lager of gelijk aan 90 km/h.



figuur 35: Vereenvoudigd risicomodel snelheid > 90 km/h en op hoofdwegen

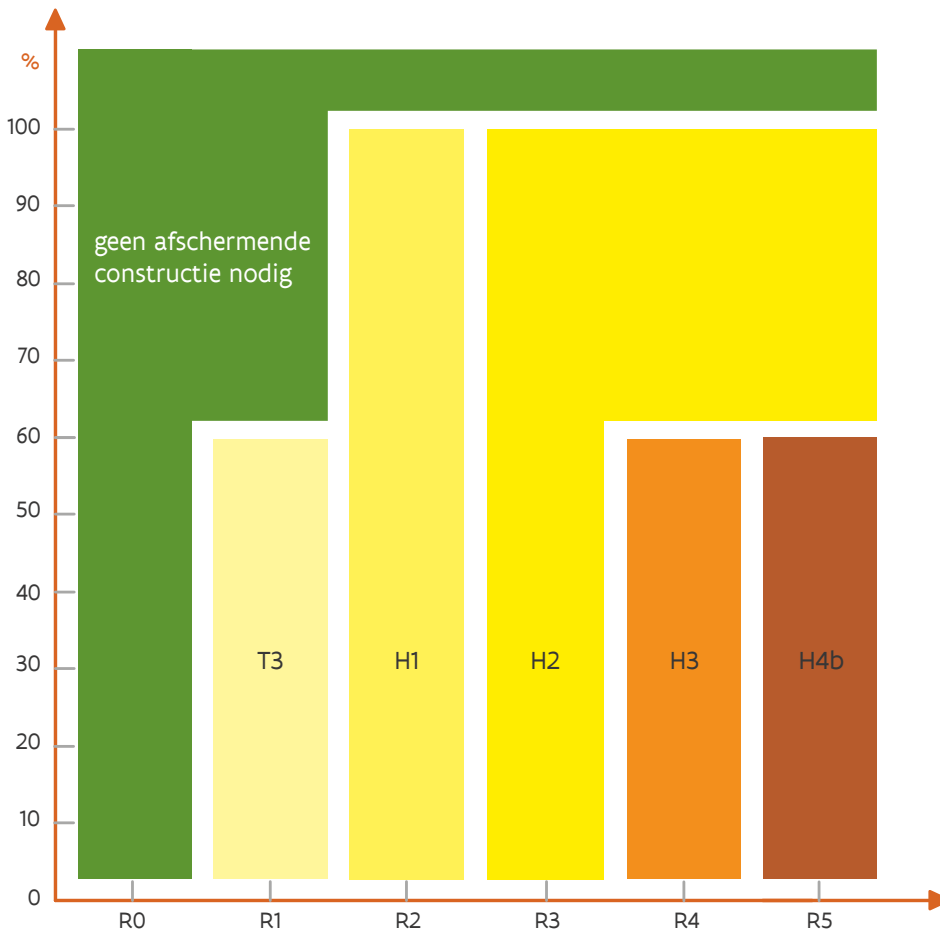


figuur 36: Vereenvoudigd risicomodel snelheid ≤ 90 km/h

1 R4 voor specifieke situaties met verhoogd risico: boven fabrieken, winkels, spoorlijnen met druk verkeer, andere autosnelwegen, ...

Op basis van de vereenvoudigde risicobepaling uit bovenstaandes schema's en op basis van onderstaande grafiek kan het kerend vermogen worden bepaald.

Op de verticale as is de beschikbaarheid van de veiligheidsstrook weergegeven. Vanaf 60% beschikbaarheid kan het kerend vermogen worden verminderd bij risicoklassen R4 en R5.



figuur 37: Risico omzetten naar kerend vermogen

#### 5.5.14 Standaardvereisten

In het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 8.2 staan, voor het geval er geen bijkomende vereisten worden opgelegd, volgende vereisten vermeld.

Voor geleideconstructies:

- H2 voor permanente afschermdende constructies;
- T3 voor tijdelijke afschermdende constructies;
- maximaal W5 voor permanente geleideconstructies;
- maximaal W2 voor tijdelijke geleideconstructies;
- enkel schokindex A of B.

Voor beginstukken:

- een uitbuiging volgens hoofdstuk 5.5.4.2 (Uitgebogen) beginstukken in functie van het snelheidsregime.

Voor obstakelbeveiligers:

- type geleidend (R: Redirective);
- performantieklaas 110 voor autosnelwegen en primaire wegen en 100 voor de andere wegen;
- enkel schokindex A.

Voor motorvangplanken:

- van het type C (continu);
- snelheidsklasse 70;
- schokindex I is enkel toegelaten via PTV 869 die van kracht is.

Deze standaardwaarden moeten in functie van de lokale noodzakelijkheden aangepast worden.

### **5.5.15 Gebruik van obstakelbeveiliger**

Een obstakelbeveiliger is getest met wagens. Singuliere obstakels, die niet specifiek moeten beschermd worden tegen een aanrijding met een zwaar voertuig worden afgeschermd met een obstakelbeveiliger. Het product is specifiek ontwikkeld om alleen te staan. Bij een opeenvolging van singuliere obstakels (welke aard ook) gaat men best over tot een geleideconstructie. Elke obstakelbeveiliger is immers een botsvriendelijk obstakel op zich.

Ondanks een obstakelbeveiliger ontwikkeld is om alleen te staan kan hij perfect aansluiten op een geleideconstructie. Deze overgangsconstructie moet voldoen aan de bepaling van de PTV 869 zoals elke overgang. Deze opstelling (obstakelbeveiliger gevolgd door een of meerdere overgangsconstructies naar geleideconstructies) is een uitermate geschikte oplossing bij het begin van twee geleideconstructies (als de uiterste beginpunten korter dan 1,5 m van elkaar liggen of zouden komen liggen als je bijvoorbeeld twee uitbuigingen zou gebruiken).

De breedte aan de achterzijde van de obstakelbeveiliger moet minstens de breedte hebben van het obstakel + eventueel de laterale verplaatsing. Als het gaat om de afscherming van de beginpunten van afschermende constructies wordt dit ondervangen door een simulatie (Standaardbestek 250 Hoofdstuk 8.2).

Idealiter volgen de zijdes van de obstakelbeveiliger de richting van de naastgelegen rijbaan.

### **5.5.16 Voorbeelden**

In deze paragraaf worden enkele voorbeelden uitgelegd. Via de beslissingsboom zou men tot dezelfde conclusie moeten komen. Het gaat hierbij over veralgemeningen en vereenvoudigingen. Zoals reeds aangehaald is het plaatsen van een afschermende constructie altijd een beetje maatwerk. Afwijkingen op deze voorbeelden zijn dus mogelijk.

#### **5.5.16.1 Autosnelwegen zonder speciale extra risico's → H2**

Het risico van een incident met een vrachtwagen wordt mee bepaald door de impact op de verkeersveiligheid van de andere weggebruikers, de veiligheid van de omgeving, de maatschappelijke impact, de milieu-impact, de materiële schade aan de infrastructuur ... Al deze factoren bepalen het gevolg, maar de kans wordt vooral bepaald door het aantal vrachtwagens en de gereden snelheid (voornamelijk 90 km/h).

Voor de middenberm vermindert het risico voor de vrachtwagens zelfs gevoelig met de (vrije) breedte van de middenberm. Dit geldt minstens in dezelfde mate voor het risico dat het verkeer op de rijbaan in de tegenovergestelde rijrichting, loopt. In het bijzonder is dit van toepassing op de uiterste linkse rijstrook. De aannames waarvan worden hieronder opgesomd:

- het risico werd in de eerste plaats berekend voor het vrachtverkeer. Indien er inderdaad een geleideconstructie nodig is, bepaalt het risico van en voor het vrachtverkeer het vereiste kerend vermogen van de constructie;
- voor elke rijstrook wordt de volledige (toekomstige) belasting beschouwd hetzij 2.200 PAE per rijstrook en per uur. Een iets hogere of lagere waarde zal de verhouding van de risico's nauwelijks wijzigen;
- voor de totale levensduur en verkeersbelasting wordt gerekend op 20% zwaar verkeer;
- voor het zwaar verkeer wordt rekening gehouden met een snelheid van 90 km/h;
- er wordt uitgegaan van een courante verdeling van het zwaar verkeer over de verschillende rijstroken (meeste verkeer dus op de rechtterijstrook);
- er is een pechstrook aanwezig.

Deze overwegingen in acht genomen wordt gesteld dat op een hoofdweg zonder obstakels op de middenberm 2 x H2 of 1 x H4b moet geplaatst worden. De voorkeur gaat uit naar 1x H4b omdat dan de veiligheidsstrook breder is en dit vermindert de kans dat er iets aangereden wordt. In de zijberm wordt een H2 geadviseerd bij obstakels en geen afschermdende constructie wanneer er geen obstakels zijn (zie 5.5.13 Beslissingsboom).

Er is een groot aantal producten beschikbaar (in beton, in metaal en in combinatie hout-metaal) met een zeer ruim gamma aan werkingsbreedtes (van W1 tot W7).

Algemeen wordt vooropgesteld om voor permanente afschermdende constructies op autosnelwegen niet onder het kerend vermogen H2 te gaan, behalve gemotiveerde uitzonderingsgevallen.

#### **5.5.16.2 Bruggen waar men over rijdt op autosnelwegen → H2, H3 of H4b**

Het grootste globale risico voor het vrachtverkeer situeert zich daar waar het vrachtverkeer het risico loopt om op een brug waar men over rijdt voorbij de brugrand te geraken en zo neer te komen op ondergelegen constructies (woonhuizen, werkplaatsen, winkels, wegen). Daarbij moet nog rekening gehouden worden met extra schade door gevaarlijke transporten van deze vrachtwagens op de autosnelwegen.

Hier wordt het hoogste kerend vermogen H4b vooropgesteld. Voor het plaatsen van afschermdende constructies op bruggen dient steeds overlegd te worden met de afdeling Expertise Beton en Staal (EBS).

Voor geleideconstructies op kunstwerken moet de fabrikant van de geleideconstructies de maximale belasting-curve van zijn geleideconstructie voorleggen aan EBS. Hoe deze moeten worden berekend voor betonnen en stalen geleideconstructies, is vastgelegd in de PTVs.

#### **5.5.16.3 Pijlers van bruggen over de rijbaan bij autosnelwegen → H4b en VI**

Gelijkaardige beschouwingen als voor voormeld punt gelden ook voor kwetsbare pijlers van bruggen over de rijbaan. Daarom worden daar ook dezelfde klassen voorgesteld (H4b).

Indien de beschikbare ruimte tussen de voorkant van de geleideconstructie en het voorvlak van de brugpijler kleiner zou zijn dan de werkingsbreedte van de betrokken constructie, kan deze geleideconstructie niet volledig werken. Deze situatie kan best vermeden worden door een juiste keuze van geleideconstructie te maken. Het meest kritische punt is de kopse kant van de brugpijler. Op zijn minst moet vermeden worden dat een zwaar personenvoertuig hier tegenaan botst. In het geval men geen product vindt dat de brugpijler afdoende kan afschermen, zal men wel moeten aanvaarden dat een vrachtwagen alsnog de brugpijler zal raken.

Men moet de afschermdende constructie over een minimumlengte naast en vóór (= stroomopwaarts van) de pijlers plaatsen om te beletten dat een vrachtwagen achter de constructie door, de pijler alsnog zou raken. Maar ook omdat een afschermdende constructie een zekere lengte nodig heeft om haar beoogd effect te kunnen halen (zie testrapport voor elke constructie afzonderlijk voor de minimale installatielengte).

Men moet ook beperkingen stellen aan de voertuigoverhelling (VI). Hiervoor bepaalt men op 1,5 m hoogte hoeveel ruimte men heeft en met welke klasse dit overeenkomt.

#### **5.5.16.4 Steunen in zijbermen voor seinbruggen bij autosnelwegen → H4b**

Voor steunen in de zijbermen van seinbruggen (voor vaste en dynamische bewegwijzering en andere signalisatie) die minstens één rijbaan van de autosnelweg overspannen, kiest men best voor een kerend vermogen H4b. Tevens moet men aandacht hebben voor de voertuigoverhelling (zie hoofdstuk 5.5.3.5 Genormaliseerde voertuigoverhelling).

#### **5.5.16.5 Middenberm van autosnelwegen → H4b of 2 x H2**

Dit wordt, gelet op het risico op doorbreken, beschouwd als een R5 (zie hoofdstuk 5.5.13 Beslissingsboom). Dit risico kan men ondervangen door ofwel één afscherpende constructie H4b, ofwel twee rijen afscherpende constructies H2 te plaatsen. Dit laatste kiest men indien er andere obstakels beveiligd moeten worden op de middenberm.

Het kerend vermogen van twee dergelijke constructies is over het algemeen niet dubbel zo groot als voor één constructie, maar wel hoger dan van één constructie.

Er bestaan ook systemen die met succes getest werden als twee geleideconstructies op enige tussenafstand, met of zonder grondaanvulling daartussen.



## 6 Stap 5: Plaatsing en controle

### 6.1 Controle uitvoering vergevingsgezind ontwerp

Vooraleer in uitvoering te gaan moeten in deze stap alle plannen en het bestek gecontroleerd worden volgens de stappen 2, 3 en 4. Zo wordt nagekeken of het plan nog steeds voldoet aan de vergevingsgezinde eisen en de nodige info gekend is (bijvoorbeeld of de voorgeschreven werkingsbreedte voldoet aan de beschikbare ruimte).

Het bewaken van de eisen naar vergevingsgezindheid voor fietsers/voetgangers is ook in deze stap aan de orde (bijvoorbeeld scherpe randen van metalen afscherpende constructies; zie onder meer VVW deel kwetsbare weggebruikers en Vademecum fietsvoorzieningen). Wanneer de achterzijde van de metalen afscherpende constructie dichtbij vrijliggende fietspaden (maar buiten de schuwafstand) zijn ingeplant, is het onontbeerlijk om ook aan de kant van het fietspad een (motorvang) plank te voorzien. Op singuliere plaatsen kan het plaatsen van een handgreep voor fietsers een bijkomende bescherming geven.

Eens het project in uitvoering is, worden onderstaande stappen opgevolgd. Zo worden conflicten vermeden en eventuele wijzigingen tijdens de uitvoering correct uitgevoerd.

- Stap 5.1: Controleer of de uitvoering kan plaatsvinden zoals voorzien op de ontwerpplannen. Verifieer hier vooral alle afmetingen en obstakels volgens het stappenplan en de inzichten uit voorgaande hoofdstukken.
  - Is de redresseerstrook overal aanwezig, obstakelvrij en breed genoeg?
  - Is de stopstrook obstakelvrij en breed genoeg?
    - Zijn de obstakels die kunnen verwijderd worden effectief verwijderd?
    - Zijn eventuele obstakels botsvriendelijk of is het voorzien om deze botsvriendelijk te maken?
    - Zijn de niet-botsvriendelijke obstakels afgeschermd of hierop voorzien?
  - Is de positionering van de nog noodzakelijke aanwezige obstakels en de plaatsing van de eventuele afscherpende constructie zoals voorzien op de ontwerpplannen?
- Stap 5.2: Ga de verschillende technische fiches na of deze voldoen aan de eisen op vlak van vergevingsgezindheid (afscherpende constructie, verlichtingsmasten, signalisatie, beginstukken, ...).
- Stap 5.3: Zorg bij het opmaken van het as-built dossier voor de nodige info over de technische eigenschappen van de verschillende constructies. Zo kan bij het vervangen van een constructie het correcte product geïnstalleerd worden conform de bestaande constructie. Zorg ervoor dat het hierbij duidelijk is wat botsvriendelijke obstakels en niet-botsvriendelijke obstakels zijn.

### 6.2 Certificatie- en leveringscontrole nieuw te plaatsen afscherpende constructies

In Hoofdstuk 5.5 werd reeds aangegeven dat afscherpende constructies in België getest moeten zijn volgens de respectievelijke normen uit de reeks NBN EN 1317. Dit wil zeggen dat afscherpende constructies één of meerdere crashtesten conform het relevante normdeel moeten doorstaan. De resultaten van deze testen bepalen de prestatiekenmerken van een bepaald type afscherpende constructie.

Als een product succesvol getest is volgens de relevante norm uit de NBN EN 1317-reeks, dient een fabrikant een productiecontrolesysteem te implementeren en dient een aangemelde (keurings)instantie (notified body) te controleren of aan alle procedures is voldaan. Na aflevering van een certificaat door een notified body, moet een fabrikant een prestatieverklaring opstellen en zijn product voorzien van een CE-markering. De prestatieverklaring dient op eenvoudige vraag beschikbaar te zijn. Door het aanbrenge van de CE-markering op het product neemt de fabrikant de verantwoordelijkheid dat dit product voldoet aan de producteigenschappen die vermeld zijn bij deze CE-markering (of in de prestatieverklaring). Afscherpende constructies zonder CE-markering mogen niet op de markt gebracht worden voor permanente toepassing.

Naast de CE-markering die voortvloeit uit Europese regelgeving moeten de producten in België aan bepaalde technische voorschriften voldoen (PTV 124 voor prefab beton en PTV 869 voor alle andere materialen).

Of de afschermdende constructies voldoen aan de respectievelijke PTVs, wordt in België gecontroleerd door een certificatie- en keuringsinstelling binnen de vrijwillige certificatie. In België zijn dit bijvoorbeeld COPRO en Probeton<sup>1</sup>.

Indien een product beschikt over een BENOR-certificaat, is dit eveneens een bevestiging dat het product voldoet aan de betreffende PTV en kan dit product vrijgesteld worden van een partijkeuring. Voor producten die vallen onder PTV 869 kan men eenvoudig via het extranet van COPRO controleren of een product gecertificeerd is en/of of de ingediende fiche de laatste versie is. Voor producten die vallen onder PTV 124 moet men deze expliciet opvragen bij de certificaathouder.

Voor producten zonder BENOR-certificaat kan conform hoofdstuk 1 artikel 41 van het Standaardbestek 250 ook een gelijkwaardige certificatieprocedure worden aanvaard.

Ter plaatse gestorte constructies dienen via partijkeuring geattesteerd te worden op hun kwaliteit (beton, staal).

## 6.3 Controle van de uitvoering en grondkarakteristieken

### 6.3.1 Plaatsingscontrole

De effectieve plaatsing op het terrein moet op dezelfde manier gebeuren als in het testrapport. Voor geprefabriceerde beton betekent dit op een effen terrein, op de juiste manier aan elkaar bevestigd volgens de voorschriften van de fabrikant. Voor (hout-)stalen geleideconstructies betekent dit onder meer dat geen extra boringen in het (hout-)staal mogen gemaakt worden, ook niet bij eventuele motorvangplanken, maar ook dat er moet gekeken worden naar de grondkarakteristieken. Voor ter plaatse gestorte constructies betekent dit een zelfde fundering en veranding. Let er ook op dat de producten die BENOR-gecertificeerd zijn ook effectief de producten zijn die geplaatst worden met dezelfde vorm, dezelfde plaatdiktes, dezelfde staalkwaliteit en dergelijke. Klopt het geïnstalleerde product met andere woorden met de certificaten die nagezien werden.

### 6.3.2 Grondkarakteristieken

Stalen geleideconstructies worden onder bepaalde bodemomstandigheden in een testlabo getest. De ervaring leert dat een dergelijke constructie daar doorgaans in een ondergrond van het type "HARD" wordt getest.

Er moet bij de plaatsing op het terrein rekening gehouden worden met de specifieke bodemgesteldheid van de locatie. Er moet m.a.w. nagekeken worden in welke mate de bodemkarakteristieken van de ondergrond bij installatie verschilt van de bodemkarakteristieken bij de testen. Dit om ervoor te zorgen dat de geleideconstructie gelijkaardig aan de testomstandigheden zal reageren in de realiteit. Daarom werd met de verschillende partners (SPW, COPRO, fabrikanten, aannemers, afdeling geotechniek) een procedure uitgewerkt die ook is opgenomen in de PTV 869 versie 5.0 van 2019-04-23 bijlage 3. De procedure wordt in bijlage 8.2 Grondproeven toegelicht.

De grondkarakteristieken moeten zoveel mogelijk vooraf aan de aanbesteding worden bepaald. Hetzij door de bestaande toestand vooraf te beproeven, hetzij door de voorgeschreven grondkarakteristieken bij aanvullingen, grondophogingen en dergelijke ... Als het niet mogelijk is om voorafgaand aan de aanbesteding de grondkarakteristieken te bepalen, moet in het bijzonder bestek rekening gehouden worden met een termijn voor het uitvoeren van grondproeven en dient er, in voorkomend geval, ook een post voorzien te worden voor de uitvoering van deze grondproeven en een post voor de aanpassing van het ondergrondse gedeelte van geleideconstructies in functie van de resultaten van deze grondkarakteristieken.

In het Standaardbestek wordt een post voorzien voor aanpassingen aan de geleideconstructie die nodig zijn bij afwijkende grondkarakteristieken.

1 Voor afschermdende constructies. Een volledige lijst van de materialen waarvan het voorafgaand technisch nazicht moet gebeuren door een erkende onafhankelijke instantie vooraleer de materialen op de bouwplaats aangevoerd worden, met de onafhankelijke instantie, is terug te vinden onder Hoofdstuk 3 van het standaardbestek 250.

### 6.3.3 Controle na plaatsing

#### 6.3.3.1 Steunpalen met passieve veiligheid

De uitvoering van steunpalen voor signalisatie moet gecontroleerd worden volgens de voorschriften van het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 10; de plaatsing van botsvriendelijke lichtmasten volgens het Standaardbestek 270 Hoofdstuk 49.

Steunpalen moeten net als afschermende constructies beschikken over een CE-markering wat een identificatie van het product mogelijk maakt. Op basis van deze fysieke markering op het product (en de bijbehorende Prestatieverklaring; Declaration of Performance) kan men nagaan of het geleverde en geplaatste product ook het voorgestelde en goedgekeurde product is.

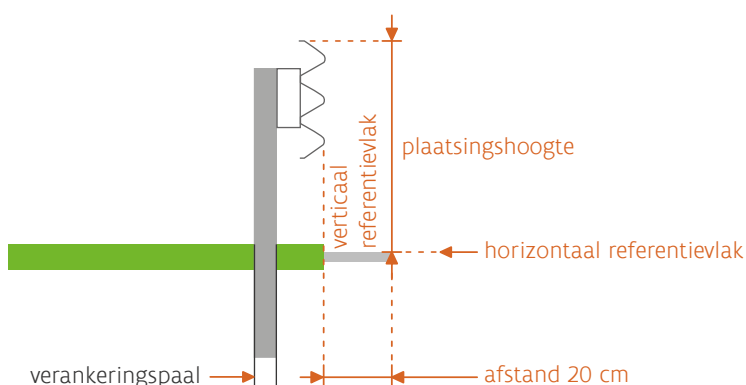
Heel algemeen kan men stellen dat de steunen met passieve veiligheid moeten geplaatst worden volgens de instructies van de fabrikant. Toch zijn er een aantal aandachtspunten. De steunpaal moet geplaatst worden met de juiste directionaliteit. Wanneer gebruik gemaakt wordt van de karakteristiek "MD" zoals voorzien in de Standaardbestekken maakt dit aspect natuurlijk niet uit. De grondkarakteristiek moet gelijkwaardig zijn aan deze van de crashtest. Als er getest werd met een "X"-fundatietype moet dit ook zo geplaatst worden, onafhankelijk van de praktische moeilijkheden. De standaardkeuze staat echter op "S", een standaardfundering. Deze is vergelijkbaar voor een mager beton of zandcement fundering zoals voorzien in ons Standaardbestek 250/ Standaardbestek 270. Het is niet toegelaten om andere zaken te bevestigen op botsvriendelijke masten (MOW/ AWW/2015/17 - Bevestigingen op EM-metaalstructuren (verlichtingsmasten, signalisatiesteunen, ...)).

#### 6.3.3.2 Geleideconstructies

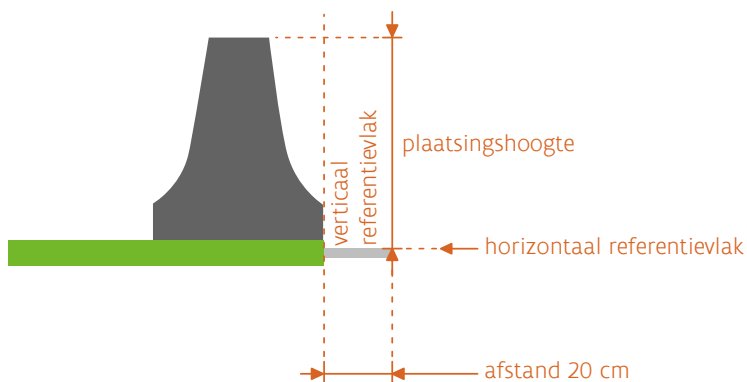
De uitvoering van een afschermende constructie moet worden gecontroleerd volgens de voorschriften van het Standaardbestek 250 Hoofdstuk 8.2.

Belangrijke aspecten van deze controle zijn de plaatsingshoogte en de alignering van verschillende onderdelen van afschermende constructies.

De plaatsingshoogte van de geleideconstructie wordt bepaald op 20 cm voor de aanrijzijde. Deze hoogte moet overeenstemmen met de plaatsingshoogte voorgeschreven door de fabrikant van de geleideconstructie. Hierbij moet rekening worden gehouden met het mogelijke impactpunt van een personenwagen met de afschermende constructie zodat de wagen niet onder of over de afschermende constructie terechtkomt. Als de geleideconstructie te hoog wordt geplaatst, zal deze niet reageren zoals bij een uitgevoerde test. Als ze te laag wordt geplaatst, bestaat het grote risico dat een wagen over de geleideconstructie zal gaan.

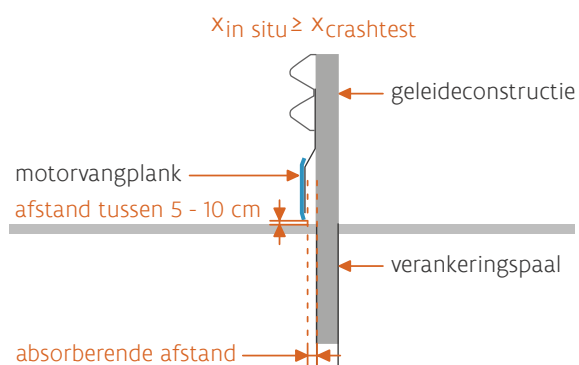


figuur 38: Referentievlakken (hout-) stalen constructies



figuur 39: Referentievlakken betonnen constructies

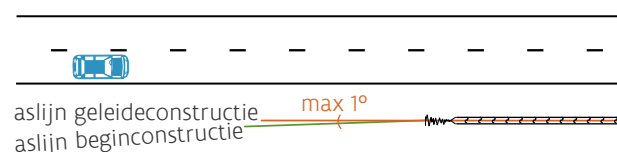
Wanneer motorvangplanken worden toegevoegd aan een afschermende constructie moeten deze geplaatst worden met een afstand tot het maaiveld van 5 cm (zodat ze kan bewegen) tot 10 cm maximum (zodat de motorrijder er niet onder schuift).



figuur 40: Absorberende afstand en installatiehoogte motorvangplank

Anderzijds heeft het plaatsen van een vangplank weinig zin als er voor de afschermende constructie een hoge boordsteen wordt geplaatst waardoor de motorrijder de plank niet bereikt.

Wanneer de verschillende onderdelen van afschermende constructies aan elkaar worden gekoppeld moeten ze in lijn liggen met elkaar (een maximale hoekverdraaiing van  $1^\circ$ ). Dit is belangrijk om te verzekeren dat de overgang correct werkt. Bij een te grote hoek in de alignering kan dit punt knikken en fungeren als een niet beschermd beginpunt. Onderstaande figuur schetst de richtlijn aan de hand van een beginconstructie en geleideconstructie.



figuur 41: Alignering afschermende constructies

### 6.3.3.3 Niet geteste beginstukken

Niet geteste beginstukken moeten geplaatst worden zoals een geleideconstructie. Een aandachtspunt is de boogstraal die gerealiseerd kan worden met een bepaald product. Dit is een inherente eigenschap van het product. Het niet monteren van bouten, hoekige overgangen, bijboren van gaten, niet insteken van koppelingen (of verkeerde koppelingen) om toch de boogstraal te halen zijn uiteraard uit den boze.

#### **6.3.3.4 Beginconstructies**

Beginconstructies moeten gepositioneerd worden zodat ze frontaal worden aangereden. Het afbuigen van een beginconstructie heeft geen zin. Bekijk ook of ze effectief gekoppeld zijn aan een geleideconstructie want ze kunnen niet op zichzelf staan. Voor de alignering van de beginconstructie met de geleideconstructie wordt verwezen naar figuur 41.

#### **6.3.3.5 Eindconstructies**

Eindconstructies moeten voldoende verankering genereren. Hiervoor wordt verwezen naar de instructies van de fabrikant.

#### **6.3.3.6 Overgangsconstructies**

Overgangsconstructies moeten minutieus uitgevoerd worden zoals op de plannen. Laat hier nooit een paal weg of kort een plank niet in gezien een aanrijding dramatische gevolgen kan hebben.

#### **6.3.3.7 Obstakelbeveiliger**

Check of het obstakel verder staat dan de door de fabrikant aangegeven "voorzijde obstakel" in zijn crashtest-rapport. Bij gebrek aan informatie hierover moet een minimale afstand van 1 m achter de obstakelbeveiliger gerespecteerd worden.

Verder moet men verifiëren of een obstakel geplaatst is buiten de laterale verplaatsing van de obstakelbeveiliger en buiten de werkingsbreedtes van de aansluitende afschermdende constructies. De meeste obstakelbeveiligers zijn van de klasse D1 wat betekent 0,5 m laterale verplaatsing.

Geleideconstructies die stroomafwaarts volgen op een obstakelbeveiliger kunnen best aangesloten worden al dan niet met een overgangsconstructie, ook al kan een obstakelbeveiliger alleen staan. Is de geleideconstructie toch niet aangesloten, moet het beginstuk (niet getest of een beginconstructie) zeker buiten de laterale verplaatsing liggen.

### **6.3.4 Correct afrekenen**

In deze paragraaf worden enkele aspecten aangehaald om de geleverde prestaties correct af te rekenen. Het afwijken van deze regels brengt gemakkelijk speculatie met zich mee welke de vergevingsgezindheid van een uitvoering danig kan impacteren.

De regels zijn:

- Geleideconstructies worden afgerekend per lopende m;
- Beginconstructies, beginstukken en obstakelbeveiligers worden in aparte posten afgerekend per stuk. Het is aan te bevelen om deze niet in een gezamenlijke post met de rest van de afschermdende constructie te steken;
- Overgangsconstructies, dilatatie-elementen worden eveneens afgerekend per stuk, maar hun lengte wordt theoretisch op 0 gezet. De geleideconstructie aan elke zijde wordt gemeten tot in de helft van de beschouwde element en dito afgerekend;
- Eindstukken maken wel integraal deel uit van de geleideconstructie en hebben dus geen aparte post.



### 7.1 Vervangen of nieuw plaatsen

Wanneer een afschermdende constructie wordt vervangen, moet vooreerst de vraag gesteld worden of er nog een afschermdende constructie nodig is. Als ze vervangen moet worden door ouderdom bijvoorbeeld wil dat zeggen dat ze al die jaren wellicht nooit is aangereden. Is er dan nog een afschermdende constructie nodig? Is het toeval dat de afschermdende constructie nooit is aangereden en is de constructie veiligheidshalve noodzakelijk of is het risico daar klein genoeg en kan de afschermdende constructie gewoon verwijderd en niet vervangen worden? Mogelijks kunnen er ook andere maatregelen genomen worden, zoals het verwijderen, verplaatsen of aanpassen (lees: botsvriendelijker maken) van obstakels en bijhorende risico's.

Bij het onderhouden en herstellen van afschermdende constructies is voorzichtigheid geboden. Een niet-kwalitatieve herstelling kan de werking van de afschermdende constructie hypothekeren. Een herstelling ter plaatse zoals bijvoorbeeld het terugwringen van het staal naar de oorspronkelijke plaats en vorm is dus uit den boze. Ook het hergebruik van vervormd staal via herprofilering is verboden (zie SB20 H3-82 autogeen bewerken). Vervormd staal bevat kleine scheuren, plastische vervormingen en lokale verzwakkingen die zich ook in de beschermende zinklaag uitstrekken waardoor de duurzaamheid en de sterkte van het product niet meer gegarandeerd is.

Verder moet er een onderscheid gemaakt worden tussen constructies die succesvol werden getest onder de huidige norm NBN EN 1317 en constructies die niet succesvol werden getest volgens de huidige norm.

#### **7.1.1 Geleideconstructies die niet succesvol getest zijn volgens de normenreeks NBN EN 1317**

Een geleideconstructie kan zodanig beschadigd zijn dat over een bepaalde lengte een volledige of gedeeltelijke vervanging nodig is.

Europese regelgeving bepaalt dat nieuw geplaatste geleideconstructies moeten voldoen aan de Bouwproductenrichtlijn. Op basis hiervan moeten ze dus een CE-gemarkeerd product zijn. Een volledige vervanging van een oude geleideconstructie type A, B, C of D moet bijgevolg gebeuren door een CE-gemarkeerd product.

Een goede praktijk is om naast een volledige vervanging dit ook te doen als de geleideconstructie over een grote lengte dient vervangen te worden. Binnen AWW wordt dit toegepast op lengtes groter dan 100 m. Naast de wettelijke Europese basis moet de geleideconstructie aan de voorschriften van het Standaardbestek 250 voldoen wat betekent dat het conform de geldende PTV moet zijn. Dit kan worden aangetoond door het voorleggen van een BENOR-certificaat of door een partijkeuring of een gelijkwaardige certificatie conform artikel 41 van Hoofdstuk 1 van het Standaardbestek 250.

Waar de nieuwe geleideconstructie aansluit op de oude geleideconstructie dient een gepaste overgang voorzien te worden.

Bij beperkte vervanging mogen de beschadigde onderdelen worden vervangen door onderdelen die (ongeveer) dezelfde vorm hebben en dezelfde kwaliteit van materiaal als die van de bestaande geleideconstructie. Deze onderdelen moeten voldoen aan deelhoofdstuk 9 van PTV 869 en moeten bijgevolg COPRO gekeurd zijn.

Onder volledige vervanging wordt verstaan dat het om een investeringsproject gaat of om structureel onderhoud. Onder beperkte vervanging wordt verstaan dat het om niet-structureel onderhoud gaat. Indien men een vervanging doet van een volledige geleideconstructie, ook al is deze beperkt in lengte, moet deze ook CE-gemarkeerd zijn.

#### **7.1.2 Geleideconstructies die wel succesvol getest zijn volgens de normenreeks NBN EN 1317**

De geleideconstructie wordt vervangen door een afschermdende constructie van hetzelfde type, CE-gemarkeerd. Indien deze niet meer beschikbaar zou zijn of economisch niet meer interessant zou blijken, kunnen vervangingen ook gebeuren door andere afschermdende constructies (met gelijke kenmerken) die ook voldoen aan de normenreeks NBN EN 1317. Let er hier op dat de overgangsconstructies daarbij ook moeten voldoen aan PTV 869.

## 7.2 Compatibiliteit

Dit onderdeel is nog in opbouw op Belgisch niveau.

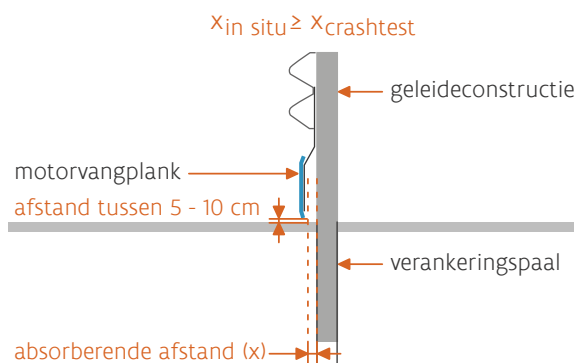


## 8.1 Principe motorvangplanken

De volgende principes dienen te allen tijde te worden gerespecteerd bij het installeren van motorvangplanken.

### 8.1.1 Absorberende afstand

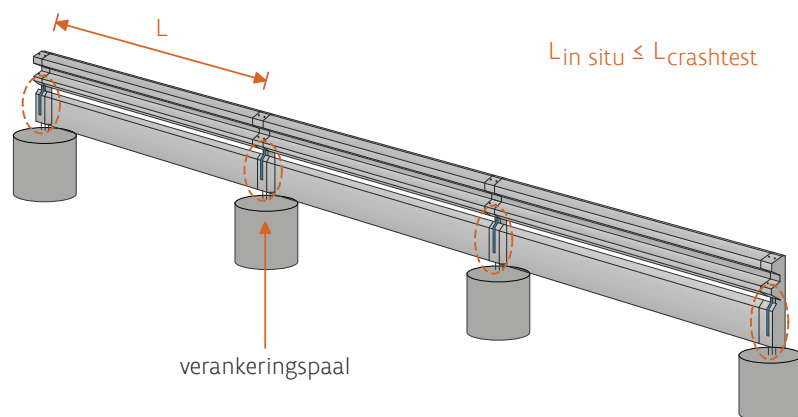
De absorberende afstand ( $x$ ) tussen de motorvangplank en de paal van de geleideconstructie mag nooit kleiner dan degene tijdens de typekeuring. Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening.



figuur 42: Absorberende afstand en installatiehoogte motorvangplank

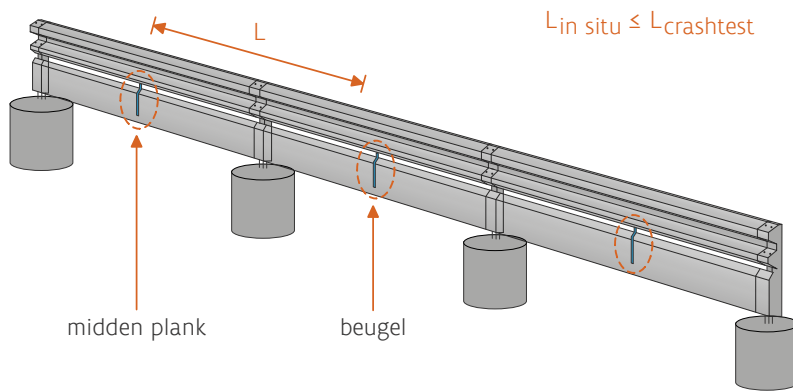
### 8.1.2 Beugelafstand

Beugel getest op paal: Indien tijdens de typekeuring de beugels ter hoogte van de paal aan de geleideconstructie werden bevestigd dient dit ook in situ te worden gerespecteerd. Bovendien moet de afstand tussen twee opeenvolgende beugels in situ steeds kleiner of gelijk zijn aan de afstand tussen twee opeenvolgende beugels tijdens de typekeuring. Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening.



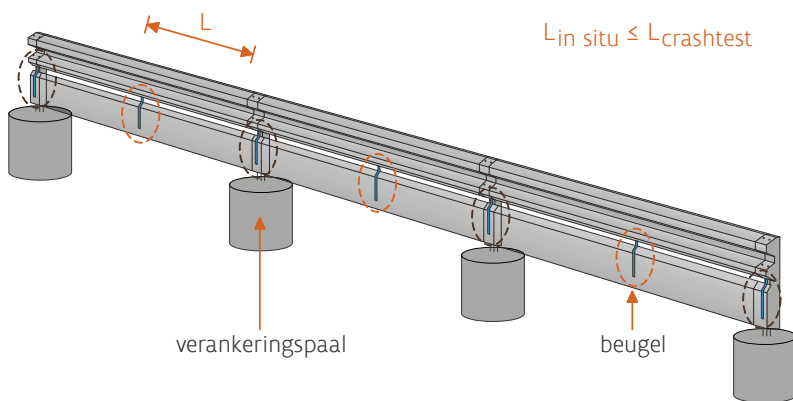
figuur 43: Beugelafstand ter hoogte van paal

Beugel getest tussen palen: Indien tijdens de typekeuring de beugels tussen de palen zijn aangebracht aan de geleideconstructie dient deze configuratie ook in situ te worden gerespecteerd. Bovendien moet de afstand tussen twee opeenvolgende beugels in situ steeds kleiner of gelijk zijn aan de afstand tussen twee opeenvolgende beugels tijdens de typekeuring. Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening.



figuur 44: Beugelafstand tussen palen

Beugels zowel op palen als tussen palen: Indien tijdens de typekeuring de beugels zowel tussen de palen als ter hoogte van de palen zijn aangebracht dient deze configuratie ook in situ te worden gerespecteerd. Bovendien moet de afstand tussen twee opeenvolgende beugels in situ steeds kleiner of gelijk zijn aan de afstand tussen twee opeenvolgende beugels tijdens de typekeuring. Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening.



figuur 45: Beugelafstand zowel ter hoogte van paal als tussen palen

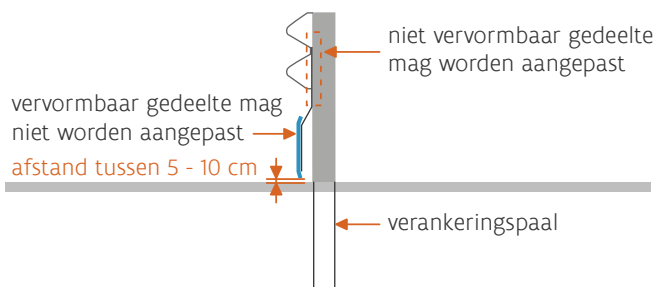
### 8.1.3 Bevestiging van de beugel

De niet absorberende delen van de beugel mogen worden aangepast in functie van de noodzaak om dezelfde werking van het systeem te garanderen als tijdens de typekeuring.

Volgende condities moeten hierbij worden gerespecteerd:

- De niet absorberende delen van de beugel hebben tijdens de typekeuring geen vervorming ondergaan;
- De aanpassingen mogen het werkingsmechanisme van het afschermende systeem voor motorrijders en de geleideconstructie niet nadelig beïnvloeden.

Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening.

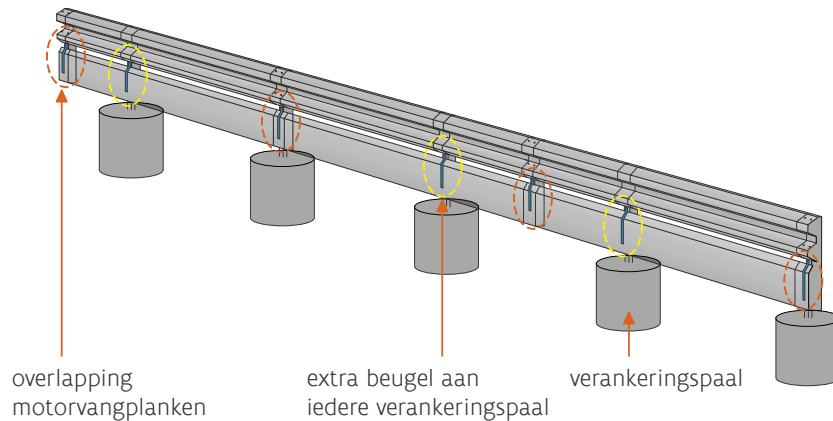


figuur 46: Bevestiging beugel

### 8.1.4 Overlapping motorvangplanken

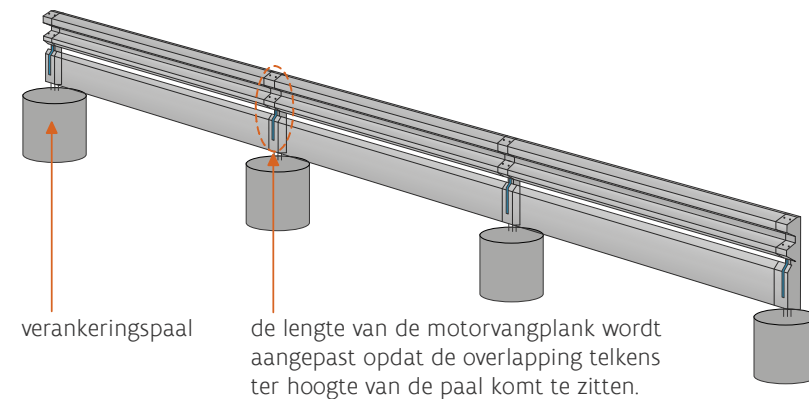
Indien tijdens de typekeuring de overlapping van de motorvangplanken zich ter hoogte van de palen bevond en zich in situ de situatie zou voordoen dat de overlapping niet ter hoogte van de palen komt te zitten zijn twee scenario's mogelijk.

In een eerste scenario blijft de configuratie behouden maar dienen alle palen van een beugel te worden voorzien, ook de palen waar normaal geen beugel aan zou worden bevestigd, om een extra absorberend vermogen in te bouwen.



figuur 47: Eerste configuratie beugels

In een tweede scenario kan de lengte van de motorvangplank worden aangepast op basis van de paalafstand van de geleideconstructie zodat de overlapping zich ook ter hoogte van de palen bevindt. Dit wordt verduidelijkt door onderstaande tekening. De lengte van de motorvangplank kan alleen maar worden aangepast op voorwaarde dat dit in de productie-eenheid van de producent van de afschermende constructie gebeurt.



figuur 48: Overlap motorvangplanken

## 8.2 Grondproeven

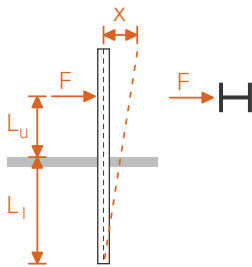
### 8.2.1 Doelstelling

Het doel van deze procedure is rekening te houden met het verschil in gedrag van een bodem waarin een geleideconstructie wordt geïnstalleerd en de bodem waarin de geleideconstructie werd getest.

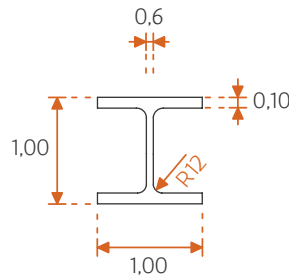
Als de constructie in een zachtere bodem wordt geïnstalleerd dan die waarin de constructie werd getest, wordt aan de fabrikant gevraagd om de verankering van de palen aan te passen zodat de prestaties van zijn systeem gelijkwaardig zijn aan die van het getest systeem.

### 8.2.2 Bepalen van de bodemkenmerken

Om de karakteristieken van de ondergrond op de werf te bepalen dient de hieronder vermelde proef te worden uitgevoerd. Een HEB-profiel van minstens 1,65 m wordt verticaal in de grond geheid. Daarna wordt een horizontale kracht op de paal uitgeoefend om de paal horizontaal te verplaatsen.



figuur 49: Testopstelling



figuur 50: Doorsnede HEB-profiel

- profiel: HEB100 (Staalkwaliteit S235JR);
- $L_u$ : 0,65 m;
- $L_i$ : 1,00 m;
- $x$ : 0,35 m.

De kracht  $F_A$  is de horizontale kracht  $F$  nodig om een horizontale verplaatsing van 35 cm ( $x$ ) te realiseren op een hoogte  $L_u$  (65 cm).

In functie van de waarde van deze kracht  $F_A$  wordt de bodem ingedeeld in één van de categorieën volgens onderstaande tabel 14.

	hard	medium	soft
$F_A$	$16 \text{ kN} < F_A \leq 25 \text{ kN}$	$10 \text{ kN} < F_A \leq 16 \text{ kN}$	$F_A \leq 10 \text{ kN}$

tabel 14: Bodemcategorieën

Voorafgaand aan de botsproef wordt de proef uitgevoerd in dezelfde ondergrond als deze waarin het te testen systeem geïnstalleerd werd.

Indien geen resultaten beschikbaar zijn van deze proef op het ogenblik van de botsproeven, wordt verondersteld dat het te evalueren systeem geïnstalleerd werd in een ondergrond van het type 'HARD'.

### **8.2.3 Aanpassen van de 'systeempaal'**

De systeempaal is de standaard steunpaal die hoort bij de geteste geleideconstructie en die dus in principe meegeleverd wordt met de standaardversie van de constructie. Een standaardversie die weliswaar moet voldoen aan de prestatie-eisen van het bestek of het ontwerp (waarvoor dus m.a.w. ook een bepaald kerend vermogen, werkingsbreedte en ASI-waarde gelden).

Indien een geleideconstructie geïnstalleerd dient te worden in een minder weerstandsbiedende ondergrond dan deze waarin het systeem werd getest, dient de producent van de geleideconstructie maatregelen te nemen om de prestaties van het geïnstalleerde systeem te waarborgen. Enkel maatregelen die de interactie tussen de ondergrond en de geleideconstructie wijzigen, zijn toegelaten.

Zoals hierboven reeds aangegeven wordt uitgegaan van het feit dat de geleideconstructie in een ondergrond van het type 'HARD' werd getest. In geval van modificatie wordt de volledige paallengte naar een bovenliggende werkbare lengte afgerond op 10 mm nauwkeurig.

#### **Geval 1: Type HARD**

Indien uit bovenstaande proeven - uitgevoerd op de werf - blijkt dat de ondergrond van het type 'HARD' is dienen geen aanpassingen aan de systeempaal te worden uitgevoerd.

#### **Geval 2: Type MEDIUM**

Indien uit bovenstaande proeven - uitgevoerd op de werf - blijkt dat de ondergrond van het type 'MEDIUM' is dient de ondergrondse lengte van de systeempaal met 30% te worden verlengd.

#### **Geval 3: Type SOFT**

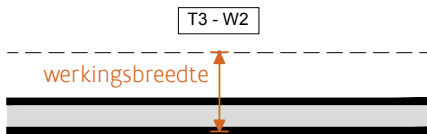
Indien uit bovenstaande proeven - uitgevoerd op de werf - blijkt dat de ondergrond van het type 'SOFT' is dient de ondergrondse lengte van de systeempaal met 60% te worden verlengd.

## 8.3 Schematische tekeningen afschermdende constructies

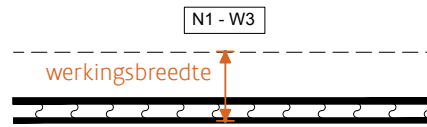
Hieronder vindt men de symbolen die gebruikt moeten worden op plannen voor afschermdende constructies. Bij deze symbolen zijn soms prestatiekenmerken zoals de werkingsbreedte en kerend vermogen opgenomen wat de controle op vergevingsgezindheid vereenvoudigt.

Afschermdende constructies

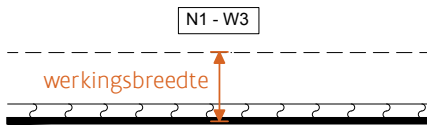
geleideconstructies - beton



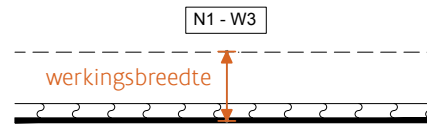
geleideconstructies - metaal - aan beide zijden aanrijdbaar



geleideconstructies - metaal - aan één zijde aanrijdbaar



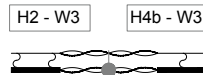
geleideconstructies - met motorvangplank



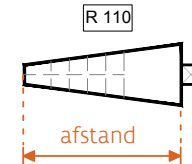
eindstuk



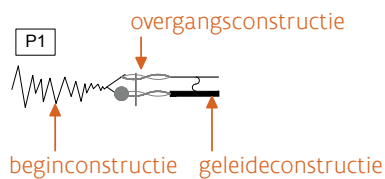
overgangsconstructies



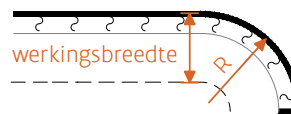
obstakelbeveiliger



beginconstructie



afbuigend beginstuk



figuur 51: Schematische weergave afschermdende constructies

## 8.4 Bijlage gekende afschermdende constructies

Voor personeelsleden van het Agentschap Wegen en Verkeer kan een overzicht van goedgekeurde afschermdende constructies opgevraagd worden via [vwt\\_wegustrusting@mowvlaanderen.be](mailto:vwt_wegustrusting@mowvlaanderen.be)

<b>begrip</b>	<b>definitie</b>
aanrijrichting	kant van een afschermende constructie waar het verkeer normaal rijdt (andere benaming verkeerszijde).
afschermende constructie	een constructie geïnstalleerd langs de weg om een kerend vermogen te bieden aan een dwalend voertuig.
ASI-waarde	gewogen gemiddelde van de versnellingen in x, y en z die op een lichaam inwerken tijdens een crashtest.
beginconstructie	(gecertificeerd) beginstuk aan een geleideconstructie, met als doel de ernst van een frontale botsing te reduceren.
beginstuk	niet-gecertificeerd begin (of einde = eindstuk) van een afschermende constructie.
belastingcurve	curve die de combinaties schuifkracht – moment weergeeft.
BENOR-certificaat	Belgisch certificaat uitgereikt door een geaccrediteerde keuringsinstelling dat aangeeft dat het gecertificeerde product in een bepaalde fabriek gemaakt, voldoet aan de voor het product van toepassing zijnde normen en PTVs.
bovenbrug	brug waar men onderdoor rijdt.
geleideconstructie	doorlopende afschermende constructie voor voertuigen geïnstalleerd langs de weg of in de middenberm.
impacthoek	hoek gevormd tussen het inrijdend voertuig en (het voorvlak van) de geleideconstructie.
kabeleffect	werkingsprincipe waarbij de impactkrachten via de trekkracht van staal in langsrichting wordt opgenomen en verspreid.
(geaccrediteerde) keuringsinstelling	door de overheid erkende onpartijdige instantie die keuringen uitvoert en gemachtigd is voor bepaalde productgroepen waarvoor zij is geaccrediteerd, certificaten uit te geven (bijvoorbeeld COPRO, Probeton).
landhoofd	onderbouw in (gewapende) grond waar de vrije overspanning van een (boven)brug op steunt.
maaiveld	oppervlak van de natuurlijke ondergrond.
motorvangplank	(meestal metalen) bijkomende plank die onderaan een geleideconstructie wordt bevestigd.
obstakel	vast voorwerp dat voor uit koers geraakte voertuigen bij aanrijding aanzienlijke voertuigvertragingen oplevert, ernstige schade aan het voertuig en/of een grotere kans op ernstig (dodelijk) letsel aan de inzittenden of derden veroorzaakt.
obstakelafstand (horizontaal)	kortste afstand tussen de buitenkant van de randmarkering en een obstakel (bij afwezigheid van een randmarkering: de afstand tussen de kant van de verharding en het obstakel).
obstakelafstand (verticaal)	kortste afstand tussen de bovenkant van het wegdek en een obstakel.

obstakelbeveiliger	energie-absorberende singuliere constructie voor voertuigen, geïnstalleerd voor een of meerdere obstakels, met als doel de ernst van een botsing te reduceren.
onderbrug of benedenbrug	brug waar men over rijdt.
overgangsconstructie	verbinding tussen twee afschermende constructies met verschillende prestatiekenmerken.
partijkeuring	keuring door een geaccrediteerde keuringsinstelling van een partij (een levering) van goederen om na te gaan of deze voldoen aan de voorschriften.
PTV	préscription technique - technisch voorschrift - voorwaarden die in samenspraak met de sector (fabrikanten, verdelers, overheden, keuringsinstellingen) worden opgesteld waaraan producten moeten voldoen om te mogen toegepast worden voor de regionale overheden.
redresseerstrook	een verharde strook van beperkte breedte, naast de rijbaanbreedte, bedoeld om weggebruikers gelegenheid te geven hun koers te corrigeren.
rijbaanbreedte	breedte van de buitenkant van de randlijn tot de buitenkant van de tegenoverliggende randlijn. Bij afwezigheid van een randlijn is de rijbaanbreedte gelijk aan de verhardingsbreedte.
rijstrook	strook van de rijbaan die voldoende breed is voor het verkeer van één rij voertuigen.
schokindex	index die een maat is voor de versnellingen die een persoon kan ondergaan bij een botsing.
stopstrook	zone naast de redresseerstrook, bijvoorbeeld een (onverharde) berm. In deze strook is het niet meer de bedoeling dat de bestuurder zich nog kan corrigeren, maar zou hij toch gecontroleerd tot stilstand moeten kunnen komen.
systeempaal	de systeempaal is de standaard steunpaal die hoort bij de geteste geleideconstructie.
veiligheidsstrook	stopstrook + redresseerstrook.
vergevingsgezinde weg	weg ontworpen met specifieke klemtoon op het voorkomen en inperken van schade aan mensen en goederen bij ongevallen.
verkeerszijde	zie aanrijrichting.
verkeerszone	zone waar het doorgaande verkeer zich bevindt.
pechstrook	verharde strook langs een rijbaan van een autosnelweg, waarop uitsluitend in bijzondere gevallen of in geval van nood mag worden gereden of gestopt.
voertuigoverhelling	mate waarin een vrachtwagen of bus over een geleideconstructie 'hangt' bij aanrijding. Maatgevend voor de afstand tussen de voorkant van een geleideconstructie en obstakels op grotere hoogtes (brugpijlers, seinbruggen, ...).
voorwerp	een voorwerp is in deze context een element of toestand, vreemd aan de weginfrastructuur dat zich al dan niet permanent in de nabijheid van of op die weg bevindt. Hierbij onderscheiden we de vaste botsonvriendelijke voorwerpen die we obstakels noemen (bijvoorbeeld een helling steiler dan 25%, een boom, een seinbrug, een gracht, een brugpijler, een steunconstructie niet conform de NBN EN 12767 ...), de



	vaste botsvriendelijke obstakels (bijvoorbeeld kreukelpalen, hellingen tussen de 12,5% en de 25%, ...) en de andere voorwerpen. De andere voorwerpen zijn tijdelijke obstakels (ladingsverlies, brokstukken, geparkeerde voertuigen, werfsignalisatie, containers, nadarafsluitingen, ...).
voertuigoverhellingsindex	index die de voertuigoverhelling aangeeft.
werkingsbreedte	op het voorvlak van een geleideconstructie loodrechte afstand tussen de voorkant van een geleideconstructie in normale positie en de plaats van het verst uitwijkend stuk (van het voertuig of de geleideconstructie) na aanrijding. Maatgevend voor de nodige ruimte die een geleideconstructie nodig heeft om een voertuig gecontroleerd tot stilstand te brengen.
zelfverklarend wegontwerp	de kenmerken en inrichting van een weg stemmen overeen met de verwachtingen van de gebruikers van die weg. Dankzij deze ontwerp parameters zet de rijomgeving aan tot behoedzaam rijgedrag.



## Referentielijst

- Criteria for Restoration of Longitudinal Barriers NCHRP report 656 – Transportation Research Board, 2010, USA
- Die Einsatzfreigabe für Fahrzeug –Rückhaltesysteme in Deutschland – Kein Widerspruch zu Europa Straßenverkehrstechnik 11.2012, Duitsland
- Duurzaam veilig wegverkeer. SWOV-factsheet, 2019, Den Haag
- Forgiving roadsides design manual CEDR Conférence Européenne des Directeurs des Routes, 2012, Malta
- Guidelines for passive protection on roads using vehicle restraint systems Road and transport research association, Traffic management working group, 2007, Duitsland
- Handboek calamiteit- en verkeersdoorsteken Rijkswaterstaat, Verkeerscentrum Nederland, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2011, Nederland
- Highway safety manual, Exhibit 3-3: Contributing factors to vehicle crashes. AASHTO, 2009, USA
- Highways liability and the investigation of road traffic accidents. Paper op: IPWA NSW Division Annual Conference. Hillier, P. 2002
- Instruments de sécurité de l'infrastructure – Guide de mise en œuvre Office fédéral des routes OFROU, 2013, Zwitserland
- Locatie en type bepaling van beveiligingsconstructies op autosnelwegen op basis van omgevingskenmerken - Internationale literatuurstudie Frank Van Geirt, 2005, België
- Main Roads Western Australia assessment of roadside Hazards, Technology and Environment Directorate, 2007, Western Australia
- Obstacles latéraux: Pistes pour un traitement efficace Lionel Voos, Direction générale opérationnelle des Routes et des Bâtiments, SPW, 2011, België
- O.S.DGO1.20 Relatif au choix des dispositifs de retenue à placer sur le réseau routier régional Wallon, novembre 2017, België
- Passively safe traffic signal installations TEC, 2012, Verenigd Koninkrijk
- PTV 869, V 5.0, 2019, België
- Richtlijnen voor het Ontwerpen van Autosnelwegen (ROA ) 2014, Veilige inrichting van Bermen (VIB) 2015, RWS, mei 2015, Nederland
- Richtlinien für passive Schutz an Stra en durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, 2009, Duitsland
- Roadside Design Guide, AASHTO, 4th edition, 2011 (en errata 2012, 2015), USA
- Sistemas de retenção rodoviários – Manual de aplicação Instituto de Infra- Estruturas Rodoviárias, 2010, Portugal
- State of the art report on existing treatments for the design of forgiving roadsides IRDES, 2010, Firenze
- TRB State of the art report 9 – Utilities and roadside safety Transportation Research Board, 2004, USA
- Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten – Vlaamse overheid AWV, mei 2009, België
- Vademecum vergevingsgezinde wegen (VVW) deel kwetsbare weggebruikers - Vlaamse overheid AWV, juni 2020, België
- Via segura – Federal action programme for greater road safety Federal roads authority FEDRO, 2005, Zwitserland
- Waarom inzetten op vergevingsgezinde wegen, studiedag zelfverklarende en vergevingsgezinde wegen, De Ceunynck T., 2015





AGENTSCHAP WEGEN EN VERKEER  
AFDELING VERKEER, WEGSYSTEMEN EN TELEMATICA

Graaf de Ferrarisgebouw  
Koning Albert II-Laan 20 bus 4 - 1000 Brussel  
Tel. 02/553 78 02

[www.wegenenverkeer.be](http://www.wegenenverkeer.be) - [verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be](mailto:verkeer.wegsystemen.telematica@mow.vlaanderen.be)