

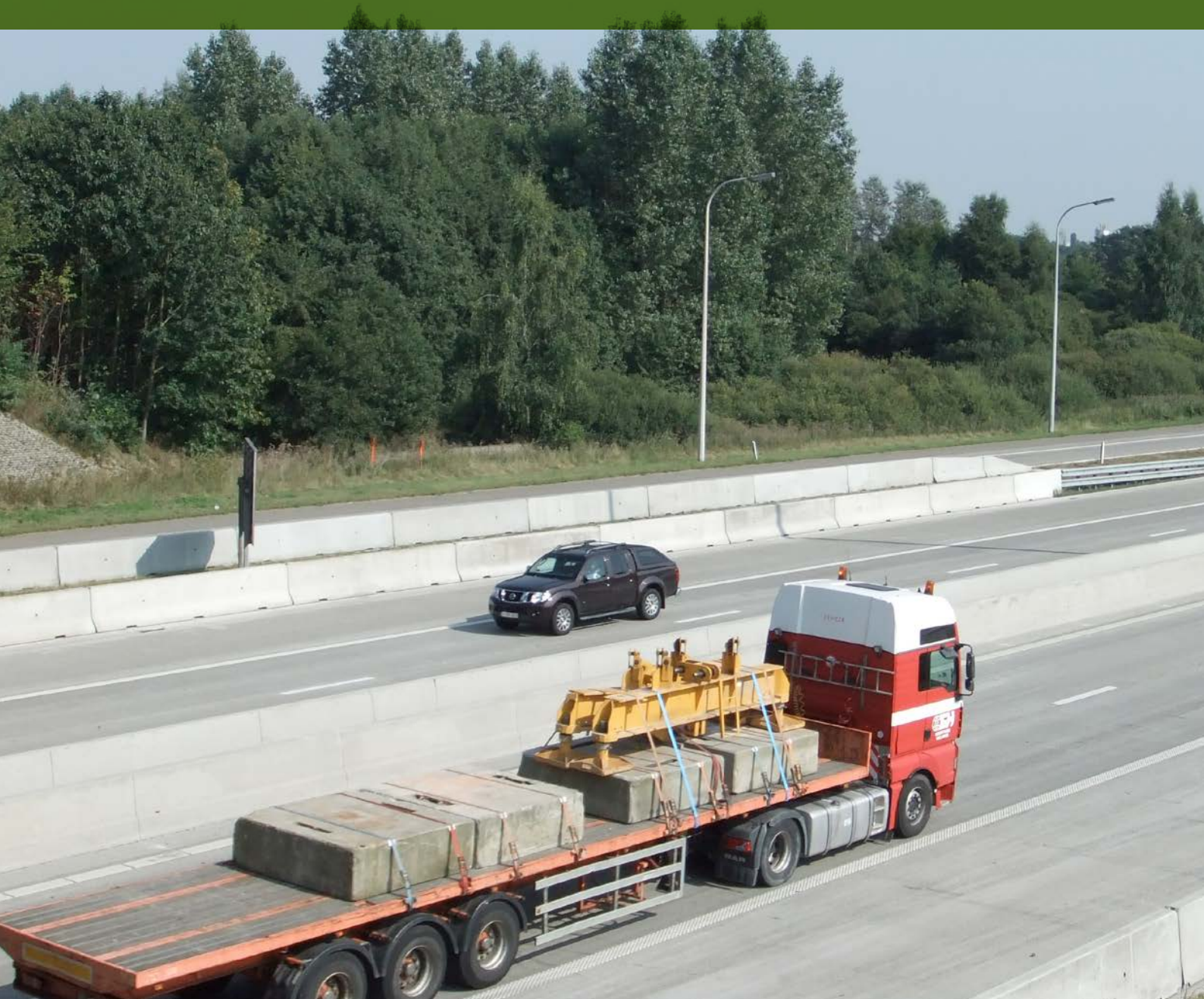
# BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES : VEILIG EN DUURZAAM

INFRASTRUCTUUR | APRIL 2013

	(94)	Ef2	
--	------	-----	--

BB/SfB

- SOORTEN
- NORMEN EN KWALITEITSCONTROLE
- ONTWERP EN UITVOERING





Voordelen van betonnen geleideconstructies.....	3
Geschiedenis van betonnen geleideconstructies in Europa.....	4
De Europese normen EN 1317.....	7
Prestaties en beproevingsmethodes voor voertuigerende constructies.....	8
Beginconstructies, overgangen en verwijderbare delen van geleideconstructies.....	15
Kwaliteitscontrole en CE markering van betonnen geleideconstructies.....	16
Beveiliging voor motorrijders.....	17
Afschermdende constructies en geluidswanden.....	19
Duurzaamheid van betonnen geleideconstructies.....	20
Ontwerp en uitvoering.....	22
Besluiten .....	27
Referenties .....	28

Verkeersongevallen zijn de voornaamste oorzaak van dodelijke slachtoffers en hospitalisatie onder de burgers van de Europese Unie beneden 45 jaar. Met 39 000 verkeersslachtoffers in 2008 en een socio-economische kost van 180 miljard euro, blijft verkeersveiligheid een prioritair actiedomein voor de EU. Zoals in de meeste Europese landen is ook in België een dalende trend in het aantal verkeersdoden merkbaar maar de cijfers blijven onaanvaardbaar hoog. De Europese ambitie is om het aantal doden op de weg te halveren in tien jaar (2010-2020). Een van de strategische objectieven is een veiligere weginfrastructuur. [8]

Passieve veiligheidssystemen en afschermdende constructies voor de wegen dragen ongetwijfeld bij tot een hogere verkeersveiligheid. Ook is er meer en meer aandacht voor zwakkere weggebruikers, waaronder de motorrijders voor wie het risico op ongevallen aanzienlijk hoger ligt dan voor automobilisten. [7]

# VOORDELEN VAN BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES

Een andere bezorgdheid van de Europese Commissie is het gebruik van duurzame oplossingen die passen in het concept van “Green Public Procurement” (Groene aankoopprocedures). Betonnen geleideconstructies bieden een antwoord voor de beide kwesties van verkeersveiligheid

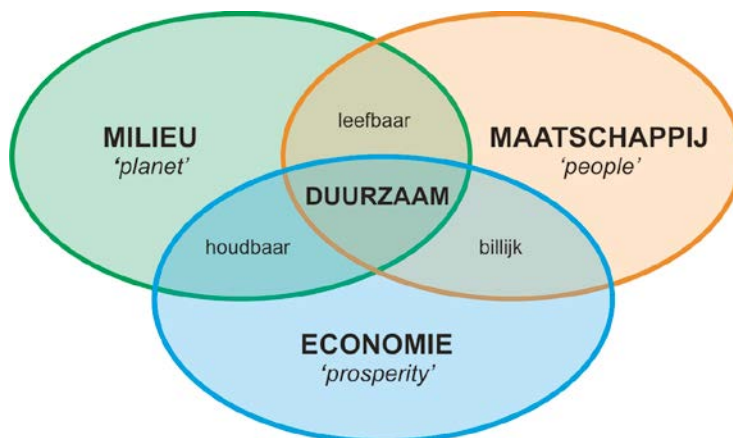
en duurzaamheid. De figuur hieronder somt een aantal voordelen op van betonnen geleideconstructies in de drie domeinen van duurzaam bouwen: milieu, economie en maatschappij. Deze boodschappen zullen verder toegelicht worden in deze publicatie.

## Milieu

- 80% minder CO<sub>2</sub>-emissies en grijze energie dan bij concurrerende systemen
- Geen verontreiniging van de bodem door uitloging van (zware) metalen
- 100% recycleerbaar
- Vrijwel onderhoudsvrij gedurende de levensduur
- Beperking verkeershinder en minder emissie als gevolg van onderhoudswerkzaamheden

## Maatschappij

- Verhoogde veiligheid voor weggebruikers en wegenwerkers
- Een botsend voertuig zal de constructie niet of nauwelijks kunnen doorbreken of eroverheen kantelen
- Na aanrijding blijft de werking van de betonnen geleideconstructie behouden zodat nauwelijks reparaties moeten uitgevoerd worden met minder verkeershinder tot gevolg
- Veilige oplossing voor motorrijders



## Economie

- Een zeer lange levensduur tot meer dan 50 jaar
- Minimaal ruimtebeslag
- Geen of nagenoeg geen onderhoud
- Hoge dagproducties van 400 tot 800 m mogelijk
- Gunstige prijs-kwaliteitverhouding in vergelijking met andere systemen

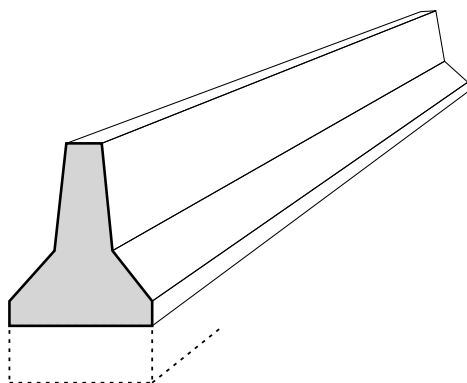
# GESCHIEDENIS VAN BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES IN EUROPA

Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw worden de middenbermen van autosnelwegen en vaak ook de zijbermen beveiligd met afschermende constructies. De veelal stalen constructies leverden zeker hun bijdrage tot de verkeersveiligheid maar vergden heel wat onderhoud en vooral herstellingen na aanrijdingen. Zo onstond de behoefte om meer robuuste en duurzame systemen van afschermende constructies te ontwikkelen, zonder onaanvaardbare toegevingen op vlak van veiligheid.

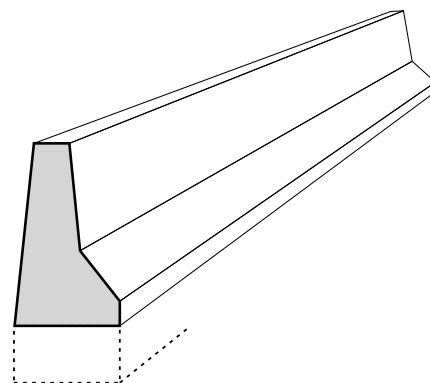
## NEW JERSEY PROFIEL

De betonnen geleideconstructie met het zogenaamde New Jersey profiel voldeed aan deze eisen. Dit type voertuigkering werd oorspronkelijk ontworpen in Amerika door General Motors en voor het eerst in 1955 toegepast in de staat New Jersey. Het New Jersey profiel werd sinds 1970 veelvuldig toegepast in o.a. Frankrijk maar zeker ook in België. [4] Er bestonden in Europa twee min of meer gestandaardiseerde uitvoeringen :

Fig. 1 – Versies van de oude New Jersey geleideconstructie in beton



Een dubbelzijdige variant, toegepast onder meer bij zeer smalle middenbermen



Een enkelzijdige variant die kon worden toegepast bij bredere middenbermen en in zijbermen.



Foto : L. Rens

New Jersey geleideconstructie in de middenberm van een autosnelweg

## VAN NEW JERSEY NAAR STEPBARRIER

Uit ruime internationale ervaring was gebleken dat aanrijdingen van een klein voertuig aan hoge snelheid tegen het New Jersey profiel kans gaf op zogenoemde roll-over ongevallen, waarbij het voertuig over de kop ging.

Dit was de aanleiding voor Rijkswaterstaat, de Nederlandse wegenbeheerder, om andere types profielen te onderzoeken. In de jaren 1990 ontwikkelden ze, op basis van de Engelse 'single-slope' barrier, het stepprofiel. Het voordeel van dit stepprofiel ten opzichte van het New Jersey profiel was de sterk verminderde kans op 'roll-over'-ongevallen alsook een verminderde schade aan het voertuig bij lichte aanrijdingen dank zij de "step". [4]

De betonnen Stepbarrier is vandaag de standaard oplossing voor ter plaatse gestorte betonnen geleideconstructies in Europa. In België worden sinds 2005 jaarlijks tientallen kilometers van de Stepbarrier geïnstalleerd, veelal in de middenbermen van autosnelwegen.

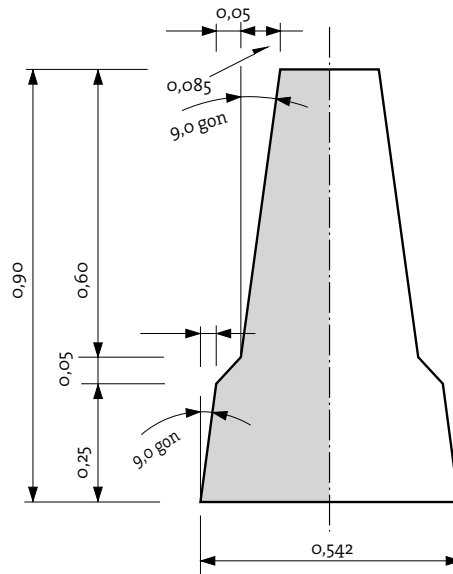


Fig. 2 – Standaard afmetingen van de Stepbarrier

*Een van de eerste toepassingen van de betonnen Stepbarrier op de autosnelweg Brussel-Doornik. (1999)*



Foto: P. Van Audenhove

## TER PLAATSE GESTORTE EN GEPREFABRICEERDE BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES

Een betonnen geleideconstructie kan hetzij ter plaatse gestort worden, hetzij samengesteld zijn uit elementen die geprefabriceerd worden in een productie-eenheid en nadien op de bouwplaats worden geassembleerd. Het storten ter plaatse gebeurt door middel van een glijbekistingmachine ("slipform paver") die het stortklaar beton verdicht en

door middel van een gepaste mal omvormt tot een afgewerkt product. Deze manier van aanleg laat zeer hoge dagproducties toe en bijgevolg competitieve prijzen. De constructie kan verbonden of verankerd worden aan de onderlaag (fundering in schraal beton, tussenlaag in asfalt,...) of kan losstaand geïnstalleerd worden.



*Aanleg van een  
betonnen Stepbarrier*

*Foto : AWV*

Geprefabriceerde elementen worden vervaardigd in een binnenomgeving met gunstige uithardingsvoorwaarden voor het beton en worden samengevoegd op de bouwplaats wat het werk minder afhankelijk

maakt van de weersomstandigheden. Aangezien ze gemakkelijk verplaatsbaar zijn, worden ze vaak gebruikt voor de beveiliging van de werfzone van wegeniswerken.



*Foto : Omnibeton – Deltabloc*



*Foto : L. Rens*

*Prefab  
geleideconstructies in  
een permanente en  
tijdelijke opstelling*

## DE EUROPESE NORMEN EN 1317

Sinds het begin van de jaren 1990 bestaat er binnen CEN – de Europese Normalisatie-instelling – een Technisch Comité in verband met weguitrusting (CEN TC 226) alsook een Werkgroep (WG1), die zich toeleggen op het opstellen van genormaliseerde regels voor

verschillende types van afscherpende constructies voor wegen. De oorspronkelijke en herziene versies van de Europese normenreeks EN 1317, met inbegrip van de amendementen, zijn de volgende (situatie augustus 2012) :

EN 1317-1:1998 EN 1317-1:2010 (herziening)	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 1: Terminologie en algemene criteria voor beproevingsmethoden
EN 1317-2:1998 + A1:2006 EN 1317-2:2010 (herziening)	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 2: Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor geleideconstructies
EN 1317-3:2000 EN 1317-3:2010 (herziening)	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 3 : Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor obstakelbeveiligers
ENV 1317-4:2001	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 4 : Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor beginconstructies en overgangen van geleideconstructies
EN 1317-5:2007 + A2/AC:2012	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 5: Producteisen en conformiteitsbeoordeling voor afscherpende constructies voor wegvoertuigen
CEN/TR 1317-6:2012	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 6 : Afscherpende constructies voor voetgangers – Afscherping van voetpaden
CEN/TS 1317-8:2012	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 8 : Afscherpende constructies voor motorrijders die de ernst van de impact van een aanrijding van een motorrijder met een geleideconstructie beperken
CEN/TR 16303-1 to 4:2012	Afscherpende constructies voor wegen – Richtlijnen voor computersimulaties van botsproeven tegen voertuigkerende constructies

De volgende normatieve documenten bevinden zich in de voorbereidingsfase (situatie augustus 2012) :

prEN 1317-4	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 4 : Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor beginconstructies en verwijderbare delen van geleideconstructies
prEN 1317-5	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 5 : Producteisen, beproevings-/evaluatiemethoden en aanvaardingscriteria voor afscherpende constructies voor wegvoertuigen
prEN 1317-7	Afscherpende constructies voor wegen - Deel 7 : Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor beginconstructies van geleideconstructies

### Opmerkingen :

- *Obstakelbeveiligers en afscherpende constructies voor voetgangers worden niet verder behandeld in deze publicatie*  
- *EN = goedgekeurde Europese norm*

- *A = amendement*  
- *ENV = prenorm*  
- *TS = technische specificaties*  
- *TR = technisch rapport*  
- *pr = project, in ontwerpfase, nog niet goedgekeurd*

# PRESTATIES EN BEPROEVINGSMETHODES VOOR VOERTUIGKERENDE CONSTRUCTIES

## PRESTATIEKLASSEN – NIVEAUS VAN KEREND VERMOGEN

De eerste versie van de Europese norm EN 1317-2 verscheen in 1998. Een herziene versie werd gepubliceerd in 2010. De oorspronkelijke versie definieerde 10 prestatieklassen. Hoe hoger de prestatieklasse, hoe sterker de constructie moet zijn om aan de hogere impactbelastingen te kunnen weerstaan. Elke prestatieklasse verwijst naar een aantal botsproeven.

Een afscherpende constructie met een bepaalde prestatieklasse moet in staat zijn om specifieke voertuigen aan een bepaalde snelheid en onder bepaalde aanrijdingshoek tegen te houden. Dit is het zogenoemde “kerend vermogen”. *Tabel 1* geeft een overzicht van de verschillende genormaliseerde botsproeven.

*Tabel 1 - Genormaliseerde botsproeven*

Proef	Type voertuig	Massa [kg]	Snelheid [km/h]	Impacthoek [°]
TB11	personenwagen	900	100	20
TB21	personenwagen	1300	80	8
TB22	personenwagen	1300	80	15
TB31	personenwagen	1500	80	20
TB32	personenwagen	1500	110	20
TB41	vrachtwagen (1 geheel)	10000	70	8
TB42	vrachtwagen (1 geheel)	10000	70	15
TB51	autobus	13000	70	20
TB61	vrachtwagen (1 geheel)	16000	80	20
TB71	vrachtwagen (1 geheel)	30000	65	20
TB81	vrachtwagen (trekker + oplegger)	38000	65	20

De volgende niveaus van kerend vermogen werden gedefinieerd (EN 1317-2:1998) :

Kerend vermogen met lage aanrijhoek	niveaus T1, T2 en T3
Normaal kerend vermogen	niveaus N1 en N2
Hoog kerend vermogen	niveaus H1, H2 en H3
Zeer hoog kerend vermogen	niveaus H4a en H4b

Het kerend vermogen met lage aanrijhoek is uitsluitend bedoeld voor tijdelijke geleideconstructies. Wel is het zo dat tijdelijke geleideconstructies ook voor hogere niveaus van kerend vermogen kunnen getest en aanvaard worden.

Wanneer een constructie succesvol getest werd op een bepaald niveau van kerend vermogen, wordt hij ook aanvaard voor de lagere niveaus van kerend vermogen, met uitzondering van de niveaus N1 en N2 die niet aanvaard worden voor T3. Dit is omdat er bij niveau T3 een botsproef met een vrachtwagen

voorzien is (TB41) terwijl er voor de niveaus N1 en N2 alleen botsproeven met personenwagens worden uitgevoerd.

De niveaus van zeer hoog kerend vermogen H4a en H4b worden niet als evenwaardig beschouwd maar er is ook geen hiërarchie tussen beide. Het verschil tussen de proeven TB71 met een vrachtwagen uit één geheel en TB81 met een trekker-oplegger vindt zijn oorsprong in het gebruik van duidelijk verschillende types van zware voertuigen in verschillende landen.



Tabel 2 geeft een overzicht van de verschillende niveaus van kerend vermogen. Sinds de herziening van de normen EN 1317 delen 1,2 en 3 in 2010, werden nieuwe niveaus "L" van kerend

vermogen toegevoegd aan de bestaande niveaus van hoog en zeer hoog kerend vermogen. De prestatie van de "L" niveaus is verbeterd ten opzichte van de "H" niveaus door het toevoegen van een extra botsproef TB32

Niveaus van kerend vermogen			Aanvaardingsproeven	
Kerend vermogen met lage aanrijhoek	T1		TB 21	
	T2		TB 22	
	T3		TB 41 en TB 21	
Normaal kerend vermogen	N1		TB 31	
	N2		TB 32 en TB 11	
Hoog kerend vermogen	H1		TB 42 en TB 11	
	L1			TB 42 en TB 32 en TB 11
	H2		TB 51 en TB 11	
	L2			TB 51 en TB 32 en TB 11
	H3		TB 61 en TB 11	
	L3			TB 61 en TB 32 en TB 11
Zeer hoog kerend vermogen	H4a H4b		TB 71 en TB 11 TB 81 en TB 11	
	L4a L4b			TB 71 en TB 32 en TB 11 TB 81 en TB 32 en TB 11

Tabel 2 - Niveaus van kerend vermogen in EN 1317-2:2010 (na herziening)



Foto: Deltabloc

Voorbeeld van een prefab betonnen geleideconstructie met zeer hoog kerend vermogen (H4b) op een viaduct

## ASI (ACCELERATION SEVERITY INDEX) - SCHOKINDEX

De ASI-waarde of schokindex geeft een maat van de ernst van de beweging waaraan een persoon in een voertuig wordt onderworpen bij een impact met een afscherpende constructie. Hij wordt gemeten en berekend

als de resultante van de vertragingen in verschillende richtingen van een vast punt van het voertuig in de nabijheid van het massacentrum van dit voertuig. Details hierover zijn terug te vinden in EN 1317-1:2010.

## THIV (THEORETICAL HEAD IMPACT VELOCITY)

THIV werd ontwikkeld om de ernst van de impact in te schatten van een inzittende van een voertuig dat betrokken is bij een aanrijding van een voertuigkerend systeem. De inzittende wordt beschouwd als een vrij bewegend voorwerp (hoofd van de persoon), dat, wanneer de snelheid van het voertuig wijzigt door het

contact met de voertuigkerende constructie, blijft bewegen tot het in aanraking komt met het binnenoppervlak van het voertuig. De grootte van de snelheid van deze theoretische impact van het hoofd wordt als een maat beschouwd van de ernst van de impact van het voertuig tegen de constructie.

## NIVEAUS VAN DE ERNST VAN DE IMPACT

De evaluatie van de ernst van de impact voor inzittenden van het voertuig wordt gedaan door proeven met uitsluitend personenwagens (voor de niveaus van hoog en zeer hoog kerend vermogen wordt de TB11 botsproef uitgevoerd met een personenwagen van 900 kg aan 100 km/h; in geval van de L klassen is er de bijkomende botsproef TB32 met een personenwagen van 1500 kg aan 110 km/h). Het niveau van de ernst van de impact wordt bepaald door de hoogst bekomen waarde van de testen.

Tabel 3 geeft een onderverdeling in drie klassen voor de ernst van de impact : A, B en C. Voor elke van die klassen wordt een maximale waarde voor de ASI gespecificeerd samen met een maximale waarde voor de THIV, die dezelfde is voor de drie klassen (33 km/h). Het niveau A biedt een hoger veiligheidsniveau voor een inzittende van een botsend voertuig dan niveau B, dat op zijn beurt een hogere veiligheid biedt dan niveau C.

Tabel 3 - Klassen voor de ernst van de impact in EN 1317-2:2010 (na herziening)

Klasse voor de ernst van de impact	ASI		THIV
A	≤ 1,0	en	≤ 33 km/h
B	≤ 1,4	en	≤ 33 km/h
C	≤ 1,9	en	≤ 33 km/h

De klasse C werd ingevoerd via een amendement aan de oorspronkelijke versie van EN 1317-2. Er ontstond enige commotie op dat moment aangezien bepaalde partijen oordeelden dat een ASI waarde boven 1,4 niet meer veilig zou zijn. Dit werd echter nooit

aangetoond door enige proeven over het verband tussen ASI of THIV en de kans op verwonding van inzittenden in een voertuig. Dit verband werd echter wel bestudeerd in 2008 door het ingenieursbureau Ove Arup & Partners Ltd. [10]

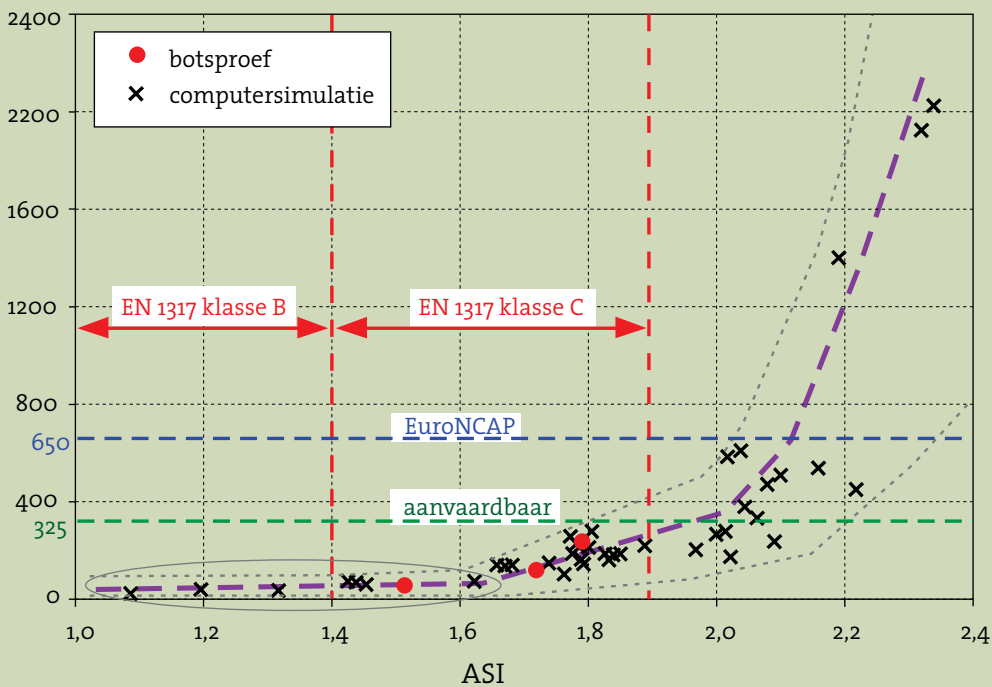
## HIC OF ASI

De studie bestond uit drie werkelijk uitgevoerde botsproeven en 50 computersimulaties. De opgelopen verwondingen van de speciale testdummies werden opgemeten en werden vergeleken met limietwaarden afkomstig uit proevenprogramma's met vrijwilligers en met menselijke kadavers. Deze gemeten waarden werden dan uitgezet in functie van de waarden van ASI en THIV, de twee voornaamste grootheden om de ernst van de impact te evalueren. De resultaten toonden aan dat er weliswaar een relatie bestaat tussen ASI en het risico op verwonding, maar ook dat het niveau dat in EN1317 werd gekozen voor het onderscheid tussen de klassen B en C geen significant verschil oplevert tussen hoger of lager risico op verwonding.

De onderstaande figuur toont de HIC, wat staat voor Head Injury Criterion of "Criterium voor verwondingen aan het hoofd", in functie van de ernst van de impact, bepaald door de schokindex ASI. De aanvaardbare limiet voor HIC werd bepaald op 325. Dit is de helft

van de waarde m.b.t. hoofdbescherming die toegelaten wordt in de EuroNCAP (European New Car Assessment Programme) procedure voor zijdelingse aanrijdingen. Deze erg conservatieve – dus veilige – aanpak stemt overeen met een risico van minder dan 10% op een middelmatige verwonding. Uit de grafiek kunnen we aflezen dat voor een ASI tot een waarde van 1,6 de verwondingen zeer beperkt blijven. Ondanks het voorzichtige niveau van aanvaardbare verwondingen dat werd aangenomen, vallen zelfs de ASI waarden tot 1,8 nog in de veilige zone. Gelijkaardige besluiten konden getrokken worden voor de verwondingen aan de nek: voor botsingen met een ASI tot 1,7 bleven verwondingen weinig waarschijnlijk.

We kunnen dus stellen dat de grenzen tussen de ASI-klassen eerder willekeurig werden vastgelegd. Daarentegen, de vereiste in EN1317 dat de THIV waarde onder 33 km/h moet blijven, bleek wel correct te zijn. Onder deze waarde werd de waarschijnlijkheid op een significante verwonding immers erg laag.



Figuur 3 - Verband tussen HIC (head injury criterion) en ASI (acceleration severity index) [Ref. 10]

## VERVORMING VAN DE AFSCHERMENDE CONSTRUCTIES

De vervorming van veiligheidsconstructies bij botsproeven wordt gekenmerkt door volgende grootheden : de dynamische uitwijking, de werkingsbreedte en de voertuigoverhelling. De dynamische uitwijking ( $D_m$ ) wordt bepaald door de maximale zijdelingse dynamische verplaatsing van een punt, op het vlak langs de zijde van het verkeer, van de afscherpende constructie (zie *figuur 4*). De werkingsbreedte ( $W_m$ ) is de maximale zijdelingse afstand tussen om het even welk deel van de constructie, op het onvervormd vlak langs de verkeerszijde, en de maximale dynamische positie van om het even welk deel van de constructie. In het geval dat het voertuig zich vervormt rondom de voertuigkerende constructie, zodat deze niet kan gebruikt worden voor het bepalen van de werkingsbreedte, zal de maximale zijdelingse positie van om het even welk deel van het voertuig genomen worden als alternatieve meetwijze (zie *figuur 4*).

De voertuigoverhelling ( $VIm$ ) van een vrachtwagen is zijn maximale dynamische zijdelingse positie ten opzichte van het onvervormd vlak langs de verkeerszijde van de constructie (zie *figuur 4*). De evaluatie ervan gebeurt aan de hand van hoge snelheid opnames van foto's of film.

De dynamische uitwijking, de werkingsbreedte en de voertuigoverhelling laten toe om voor elke geleideconstructie de installatievoorwaarden te bepalen, in het bijzonder de afstand die moet worden voorzien tussen de constructie en een obstakel met het oog op een correcte prestatie.

EN 1317-2:2010 voorziet formules om de gemeten waarden  $D_m$ ,  $W_m$  en  $VIm$  om te zetten naar genormaliseerde waarden  $D_N$ ,  $W_N$  en  $VI_N$ . Voor  $W_N$  en  $VI_N$  worden er in EN 1317-2:2010 klassen gedefinieerd met verschillende niveaus (zie *tabellen 4* en *5*).

Tabel 4 - Klassen met niveaus van genormaliseerde werkingsbreedte (EN 1317-2:2010)

Klassen	Niveaus van genormaliseerde werkingsbreedte
W1	$W_N \leq 0,6$ m
W2	$W_N \leq 0,8$ m
W3	$W_N \leq 1,0$ m
W4	$W_N \leq 1,3$ m
W5	$W_N \leq 1,7$ m
W6	$W_N \leq 2,1$ m
W7	$W_N \leq 2,5$ m
W8	$W_N \leq 3,5$ m

In specifieke gevallen kan een klasse met een werkingsbreedte kleiner dan W1 worden gespecificeerd.

Tabel 5 - Klassen met niveaus van genormaliseerde voertuigoverhelling (EN 1317-2:2010)

Klassen	Niveaus van genormaliseerde voertuigoverhelling
VI1	$VI_N \leq 0,6$ m
VI2	$VI_N \leq 0,8$ m
VI3	$VI_N \leq 1,0$ m
VI4	$VI_N \leq 1,3$ m
VI5	$VI_N \leq 1,7$ m
VI6	$VI_N \leq 2,1$ m
VI7	$VI_N \leq 2,5$ m
VI8	$VI_N \leq 3,5$ m

In specifieke gevallen kan een klasse met een voertuigoverhelling kleiner dan VI1 worden gespecificeerd.

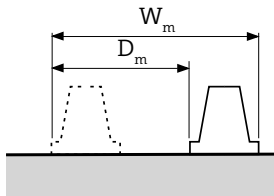
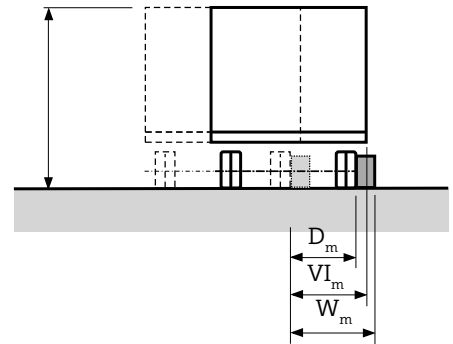
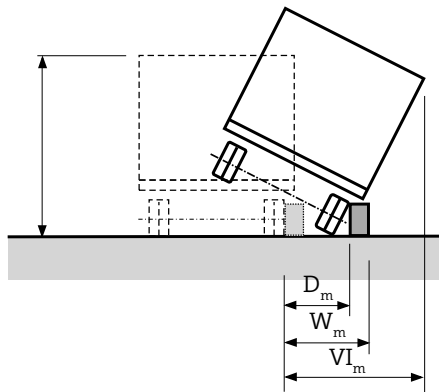
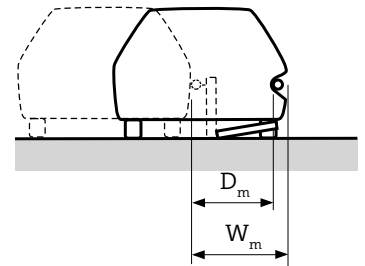
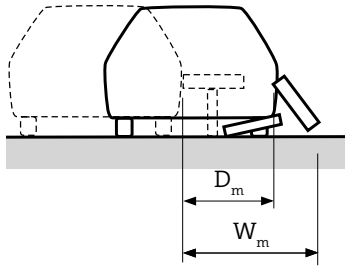
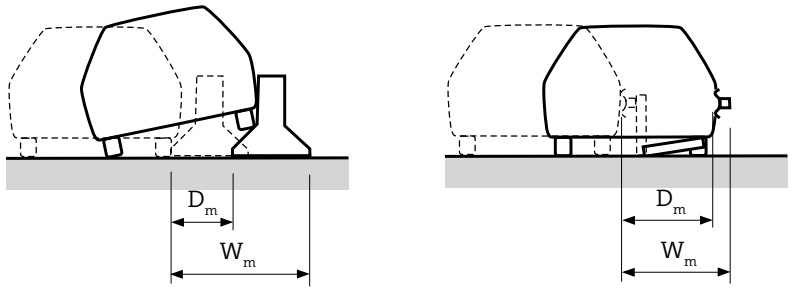


Fig. 4 - Dynamische uitwijking ( $D_m$ ), werkingsbreedte ( $W_m$ ) en voertuigoverhelling ( $VI_m$ ) – gemeten waarden



Foto : [www.gva.be](http://www.gva.be)



Foto : L. Rens

Dynamische uitwijking, werkingsbreedte en voertuigoverhelling zijn belangrijke parameters om de nodige afstand te bepalen tussen een geleideconstructie en een obstakel zoals een verlichtingspaal.

Veilige afscherming van een brugpijler d.m.v. een prefab betonnen geleideconstructie

## AANVAARDINGSCRITERIA VOOR BOTSPROEVEN

Tabel 6 geeft een overzicht van de testparameters die volgens bepaalde aanvaardingscriteria zullen geëvalueerd worden in functie van het kerend vermogen.

Niveau van kerend vermogen	PARAMETERS			
	Gedrag van de geleideconstructie met inbegrip van de valbescherming en van het voertuig	Niveau van de ernst van de schok	Vervorming van het voertuig	Gedrag van de geleideconstructie met inbegrip van de valbescherming
T1 T2 T3	TB 21 TB 22 TB 41 + TB 21	TB 21 TB 22 TB 21	TB 21 TB 22 TB 21	TB 21 TB 22 TB 41 + TB 21
N1 N2	TB 31 TB 32 + TB 11	TB 31 TB 32 + TB 11 <sup>a</sup>	TB 31 TB 32 + TB 11	TB 31 TB 32 + TB 11
H1 H2 H3	TB 42 + TB 11 TB 51 + TB 11 TB 61 + TB 11	TB 11 TB 11 TB 11	TB 11 TB 11 TB 11	TB 42 + TB 11 TB 51 + TB 11 TB 61 + TB 11
H4a H4b	TB 71 + TB 11 TB 81 + TB 11	TB 11 TB 11	TB 11 TB 11	TB 71 + TB 11 TB 81 + TB 11
L1 L2 L3	TB 42 + TB 32 + TB 11 TB 51 + TB 32 + TB 11 TB 61 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11a TB 32 + TB 11a TB 32 + TB 11a	TB 32 + TB 11 TB 32 + TB 11 TB 32 + TB 11	TB 42 + TB 32 + TB 11 TB 51 + TB 32 + TB 11 TB 61 + TB 32 + TB 11
L4a L4b	TB 71 + TB 32 + TB 11 TB 81 + TB 32 + TB 11	TB 32 + TB 11a TB 32 + TB 11a	TB 32 + TB 11 TB 32 + TB 11	TB 71 + TB 32 + TB 11 TB 81 + TB 32 + TB 11

Opmerking : VCDI is geen aanvaardingscriterium (Vehicle Cockpit Deformation Index)

<sup>a</sup> : Het niveau van de ernst van de impact wordt bepaald door de hoogste waarde uit de proeven; alle proefresultaten worden in het proefverslag vermeld.

Tabel 6 - Testparameters  
i.f.v. niveau van  
kerend vermogen

## DE BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIE "STEPBARRIER"

Zoals eerder vermeld wordt de betonnen "Stepbarrier" beschouwd als de standaardoplossing voor ter plaatse gestorte betonnen geleideconstructies in Europa. De oorspronkelijke proeven, uitgevoerd in 1995, leidden tot de volgende prestaties :

Niveau van kerend vermogen      H2  
Klasse van werkingsbreedte      W1 (\*)  
Klasse van ernst van de impact      B

Ondertussen werden er ook al verschillende variantes van deze basisoplossing ontwikkeld, beproefd en geïnstalleerd, voornamelijk in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (vrijstaande in plaats van ingeklemde versie, verschillende hoogtes en/of breedtes,...).



Foto : Agentschap Wegen en Verkeer

(\*) Volgens de laatste versie van EN 1317-2:2010 zou de klasse van de werkingsbreedte nog W1 zijn en de klasse van voertuigoverhelling VI<sub>N</sub>2.

## BEGINCONSTRUCTIES, OVERGANGEN EN VERWIJDERBARE DELEN VAN GELEIDECONSTRUCTIES

Beginconstructies worden gedefinieerd als het begin- of eindstuk van een geleideconstructie. Hiervan worden specifieke prestaties vereist m.b.t. de impact en dit zonder dat ze een bijkomend gevaar vormen voor personenwagens.

Er kunnen ook problemen ontstaan in de verbinding tussen twee verschillende types van constructies met een wezenlijk verschil op vlak van ontwerp en/of stijfheid. Overgangen zijn noodzakelijk om de verandering van de ene naar de andere geleideconstructie op een geleidelijke en veilige manier te laten verlopen. Een verwijderbaar deel van een geleideconstructie wordt gedefinieerd als een deel dat aan beide einden verbonden is aan de geleideconstructie en dat de verwijdering en herplaatsing ervan mogelijk maakt voor tijdelijke openingen.

Deze delen worden hoofdzakelijk gebruikt voor spoedgevallen of om toegang te verzekeren in geval van wegonderhoud. In gesloten opstelling dienen ze de gepaste prestaties qua kerend vermogen te leveren. De huidige ENV 1317-4 bevat een reeks van prestatieklassen en testmethoden voor beginconstructies en overgangen. Verscheidene systemen werden al beproefd en goedgekeurd overeenkomstig ENV 1317-4, waaronder overgangen tussen verschillende types van betonnen geleideconstructies (prefab – prefab, in-situ – in-situ, prefab – in situ) alsook tussen betonnen en stalen geleideconstructies.

*Voorbeelden van overgangen tussen verschillende betonnen voertuigerende systemen.*



Foto : Deltabloc



Foto : L. Rens

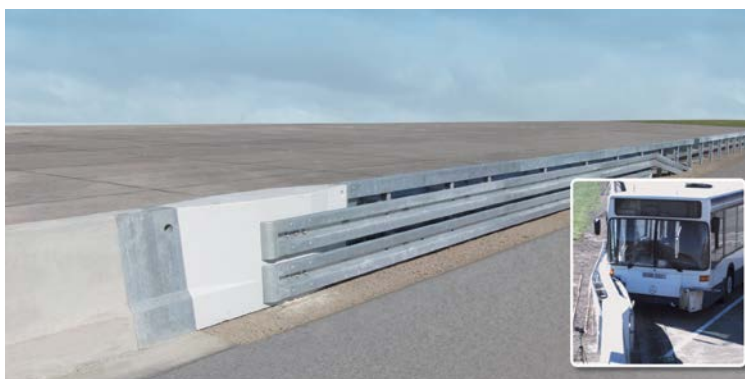


Foto : Linetech

*Overgang tussen een betonnen stepbarrier en een stalen geleideconstructie.*

Momenteel bestudeert men de opsplitsing van de prenorm ENV 1317-4 in twee nieuwe normen : EN 1317-4 zal handelen over overgangen en verwijderbare delen. De nieuwe norm beschrijft verschillende manieren om de prestaties te beoordelen. EN 1317-7 zal handelen over begin-

constructies. Algemeen gesproken worden beginconstructies ontworpen met het oog op de verankering van de geleideconstructie. Beginconstructies kunnen al dan niet voorzien zijn om energie van de aanrijding te absorberen.

## KWALITEITSCONTROLE EN CE-MARKERING VAN BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES

De CE-markering is een verklaring van de fabrikant dat het product voldoet aan alle eisen van de betreffende Europese normen en wetgeving. De bedoeling van de CE-markering is om alle handelsbarrières in de Europese Unie tegen te gaan door aan bedrijven een gemakkelijkere toegang te verschaffen tot de Europese markt om hun producten te verkopen zonder extra aanpassing of controles.

EN 1317 is de normenreeks voor voertuigkeurende systemen. Deel 5 bevat de bijlage ZA, het “geharmoniseerde” deel van de norm, dat de basis vormt voor de CE-certificatie en – markering.

Tijdelijke geleideconstructies vallen buiten het toepassingsgebied van dit deel 5.

Vanaf juli 2013 wordt de CE-markering verplicht voor alle permanente afschermende constructies voor wegen in Europa, dit op basis van de nieuwe Bouwproductenverordening (E : *Construction Products Regulation – CPR*) die de vroegere Bouwproductenrichtlijn (E : *Construction Products Directive – CPD*) zal vervangen. De CPR voorziet een aantal uitzonderingen voor de verplichting van CE, onder andere ter plaatse gerealiseerde bouwwerken.

Voor de invulling van de aspecten “duurzaamheidseisen” en “toleranties”, welke in EN 1317-5 slechts vaag of helemaal niet zijn beschreven, wordt verwezen naar:

- Standaardbestek 250 voor de Wegenbouw, versie 2.2 van de Vlaamse Overheid, hoofdstuk 8, zie ook verder in deze publicatie onder “Ontwerp en Uitvoering”;
- Technisch voorschrift PTV 124 “Geprefabriceerde betonnen elementen voor afschermende constructies voor wegen”, uitgegeven door PROBETON (beheers-organisme voor de controle van de betonproducten).

*Kwaliteitscontrole bij de aanleg van een betonnen Stepbarrier*



Foto : Britpave



## BEVEILIGING VOOR MOTORRIJDERS

Voertuigkerende systemen zijn in eerste instantie ontworpen voor het weerhouden en geleiden van wagens, autobussen en vrachtwagens. Dit betekent dan ook dat ze niet noodzakelijk veilig zijn voor andere weggebruikers, in het bijzonder voor motorrijders. Soms is het net omgekeerd en vormt de weguitrusting een werkelijk gevaar voor tweewielers.

Dat is o.a. het geval voor de geleideconstructies op basis van stalen kabels en voor de stalen palen waaraan de klassieke vangrails bevestigd zijn.

Betonnen geleideconstructies met continue egale oppervlakken daarentegen vormen een lager risico door de afwezigheid van de palen. [7]

In verschillende landen werden beschermingsvoorzieningen ontwikkeld om motorrijders, die van hun motor gevallen zijn en verder glijden over de grond, te vrijwaren van een impact met de scherpe zijden van de stalen profielen. In heel wat Europese landen, waaronder ook België, werden deze voorzieningen, de zogenoemde “vangplanken”, ook aangebracht op de gevaarlijke plaatsen, hoofdzakelijk in bochten met kleine kromtestraal.



Foto : L. Rens

*Voorbeeld van een beschermingsplank voor motorrijders, aangebracht op een bestaande vangrail*

Een aantal landen - Duitsland, Spanje, Portugal - heeft onderzoek verricht naar methodes om deze beschermingsplanken te kunnen beproeven.

De Spaanse beproevingsmethode vormde de basis voor de referentieproef die op Europees niveau werd besproken en opgenomen in deel 8 van de normenreeks EN1317. Dit deel werd echter voorlopig goedgekeurd onder de vorm van een Technische Specificatie CEN/TS 1317-8 “Afschermdende constructies voor motorrijders die de ernst van de impact beperken bij een aanrijding van een motorrijder met een geleideconstructie”. Mogelijk wordt deze Technische Specificatie (TS) later omgezet naar een echte Europese norm (EN).

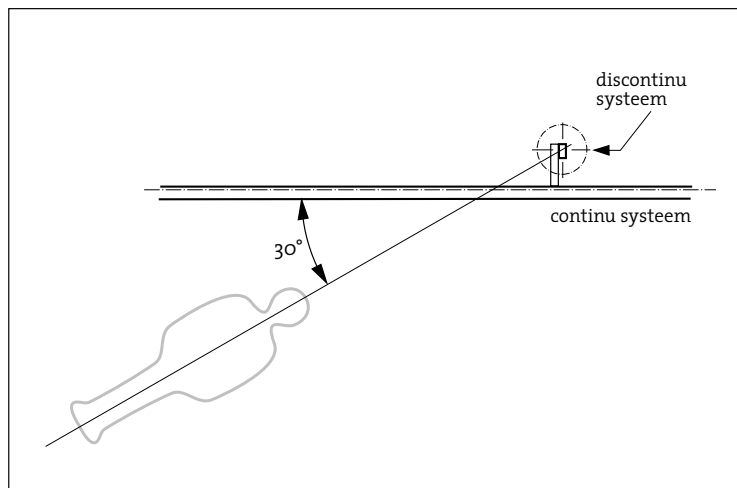
In de proeven, voorzien in deze TS, wordt alleen het geval beschouwd van een motorrijder die over de grond glijdt (de Duitse methode voorziet ook een evaluatie van het risico op

overschrijden van de constructie). De impactparameters zijn de impacthoek (30°), de snelheid (60 en 70 km/h) en de keuze van de plaats van impact (drie verschillende mogelijkheden). Bovendien is de positie van de testdummy zodanig dat die de beschermingsplank (of de geleideconstructie zelf) eerst met het hoofd raakt, wat kan beschouwd worden als de meest gevaarlijke maar ook een zeer onwaarschijnlijke situatie.

Bij de proef worden de krachten op hoofd en nek van de dummy gemeten. Deze staan in verband met de mogelijke verwonding aan het hoofd waarvoor twee niveaus voorzien zijn : HIC 650 of HIC 1000 (HIC = Head Injury Criterion).

Opmerking : de laagste waarde voor HIC is hier tweemaal zo groot als wat we als aanvaardbaar beschouwden bij de bespreking van de ASI-waarde in het kaderstuk op pagina 11.

*Figuur 5 - Een van de drie impactconfiguraties die voorzien zijn voor het testen van afschermende constructies voor motorrijders*



Door het gladde continue oppervlak en de afwezigheid van bevestigingspalen bij betonnen geleideconstructies, geprefabriceerd of ter plaatse gestort, beperken zij het risico op verwonding bij impact door motorrijders.



*Voorbeeld van een ter plaatse gestorte betonnen Stepbarrier*

*Foto : L. Rens*

## AFSCHERMENDE CONSTRUCTIES EN GELUIDSWANDEN

De normen die van toepassing zijn voor afscherpende constructies (reeks EN 1317) en voor geluidsafschermende constructies (reeksen EN 1793 en 1794) zijn volledig verschillend. Maar beide functies kunnen wel gecombineerd worden in één systeem, dat dan volgens de onderscheiden normen kan beproefd en goedgekeurd worden.

Een andere mogelijkheid bestaat erin om beproefde en goedgekeurde geleideconstructies zoals de Stepbarrier te installeren als bescherming voor om het even welk type geluidswand.



Foto : Deltabloc

*Voorbeeld van een gecombineerd geheel van een voertuigerend systeem en een geluidswand*



*Voorbeeld van een betonnen Stepbarrier geïnstalleerd als bescherming voor een geluidswand.*

Foto : L. Rens

# DUURZAAMHEID VAN BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIES [11]

Op pagina 3 werden de voordelen van betonnen geleideconstructies al kort voorgesteld, onderverdeeld volgens de drie pijlers van duurzaam bouwen : milieu, economie en maatschappij.

## DUURZAAMHEID VAN HET MATERIAAL BETON

Beton is een van de meest veelzijdige en duurzame bouwmaterialen en is overigens het meest toegepaste bouw materiaal ter wereld. Door de cement- en betonsector worden continue inspanningen geleverd om de impact op het milieu te beperken. Enkele belangrijke aandachtspunten zijn :

- beperking van emissies en broeikasgassen tijdens de productie;
- efficiënt beheer van natuurlijke bronnen door gebruik van recyclageproducten en bijproducten van andere industriële processen zoals vervangingsbrandstoffen en secundaire grondstoffen in de cementproductie en water en granulaten in de aanmaak van beton;
- herstel van ecologische sites na het stopzetten van grondstofwinning in groeves;
- ontwikkeling van oplossingen voor gebouwen en infrastructuur met de klemtoon op lage energie, levensduur en minimaal onderhoud.

In de wegenbouw en ook voor de aanleg van betonnen geleideconstructies wordt in België meestal gebruik gemaakt van hoogovencement CEM III/A 42,5 N LA. De hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomen bij de fabricatie van dit type cement bedraagt slechts de helft in vergelijking met de aanmaak van het klassieke portlandcement CEM I.

Het is ook technisch mogelijk en toegelaten om hoogwaardig gerecycleerd betonpuin – “hoogwaardig betongranulaat” te gebruiken in de betonsamenstelling a rato van 20% van de steenfractie (zie Standaardbestek 250 voor de Wegenbouw, versie 2.2, hoofdstuk 8, § 1.3.1.2.F).

In tegenstelling tot de beschermlaag in zink op stalen vangrails, is beton niet onderhevig aan uitloging en is het dus geen bron van vervuiling van de bodem. Studies over het logingsgedrag van beton bewijzen dat beton wel degelijk een zeer milieuvriendelijk product blijft. Uitloging is een wetenschappelijke term die slaat op het vrijkomen van chemische elementen uit een vast materiaal bij contact met water (drinkbaar water, regenwater, zeewater,...).

Uit een studie in opdracht van Britpave (Britse vakvereniging voor ter plaatse gestorte verhardingen en geleideconstructies) is gebleken dat betonnen geleideconstructies beter scoren op vlak van CO<sub>2</sub>-emissies en grijze energie van de gebruikte materialen (productie materialen, fabricatie constructie, levering op de werf) dan stalen vangrails met eenzelfde kerend vermogen. Het voordeel van de betonnen constructies was gebaseerd op de lange nuttige levensduur van 50 jaar waarmee in de analyse werd gerekend.

## ECONOMISCHE BESCHOUWINGEN

Beton is een prijsgunstig materiaal dat toelaat om betonnen geleideconstructies te realiseren, prefab of ter plaatse gestort, tegen zeer competitieve marktprijzen, louter gebaseerd op initiële kost. Met een nuttige levensduur van 50 jaar gedurende dewelke nauwelijks onderhoud nodig is, worden de kosten over de levensduur – bepaald door LCCA of Life Cycle Cost Analysis – echt minimaal. Daarbij komt nog dat betonnen geleideconstructies zelden moeten hersteld of vervangen worden na impact door een

voertuig. Zelfs na ernstige aanrijdingen zijn het slechts de sporen van banden of koetswerk die zichtbaar zijn aan de constructie. Minder herstellingswerken betekent ook minder werkmannen die blootgesteld worden aan de gevaarlijke situaties die werfzones ter hoogte van de middenberm met zich meebrengen. Bovendien worden files door deze werkzaamheden vermeden. Op die manier dragen betonnen geleideconstructies nog extra bij tot veiligheid en milieu.



*Bandensporen op een betonnen geleideconstructie na een of meerdere aanrijdingen*

*Foto : L. Rens*

# ONTWERP EN UITVOERING

## ALGEMEEN

Betonnen geleideconstructies kunnen op verschillende plaatsen toegepast worden. Als er geen weguitrusting dient geplaatst te worden in de middenberm is een dubbelzijdig profiel de aangewezen oplossing. Als er in die middenberm toch obstakels zoals verlichtingspalen of kolommen van portieken dienen geplaatst te worden, kan een dubbele uitvoering van een enkelzijdig profiel voorzien worden.

Opmerking : de Stepbarrier werd niet beproefd als enkelzijdige oplossing zodat er geen goedgekeurde versie van bestaat. Meestal worden dan ook twee dubbelzijdige profielen geplaatst. Het is ook mogelijk om een verbrede uitvoering toe te passen waarin verlichtingsmasten kunnen geïntegreerd worden.



*Geïntegreerde verlichtingsmast in Stepbarrier met lokale verbreding*

*Foto : P. Van Audenhove*



*Foto : FEBELCEM*

Wanneer door het dwarsprofiel van de rijweg het oppervlakwater afstroomt in de richting van de geleideconstructie, moet de afvoer van dit water mogelijk gemaakt worden. Vaak worden afwateringsopeningen voorzien onderaan de constructie of wordt een lijnvormig afwateringselement geplaatst voor de geleideconstructie. Een verholen goot is dan de beste oplossing, o.a. omdat deze het gedrag van het voertuig, vlak voor de aanrijding met de constructie, niet verandert.



*Combinatie van betonnen geleideconstructie en verholen goot*

*Foto : Britpave*

## GEPREFABRICEERDE BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIE

De elementen van een geprefabriceerde betonnen geleideconstructie worden vervaardigd in een productie-eenheid. Het beton is doorgaans gewapend met wapeningsstaven of -strengen en/of met verbindingstangen. Aan het uiteinde van de elementen worden verbindingssystemen mee ingestort in het beton. Meestal zijn dit gepatenteerde systemen, eigen aan dat type geleideconstructie. Zij zorgen ervoor dat de verschillende elementen verbonden worden tot een keten met onderlinge scharnieren, die een beperkte verplaatsing toelaten in geval van een aanrijding.

De maximale standaardlengte is meestal 6 m, aangezien die lengte overeenstemt met een massa die nog gemakkelijk met een werfkraan kan gemanipuleerd worden.

Met elementen van 6 m lengte kunnen bochten met een kromtestraal groter dan  $R = 250$  m gerealiseerd worden. Voor kleinere bochtstralen dienen kortere elementen gebruikt te worden.



*Detail van de koppeling tussen twee prefab elementen*

*Foto : L. Rens*



Foto: L. Rens

Leveranciers van elementen voor prefab geleideconstructies beschikken vaak over een gamma van verschillende types profielen of systemen, geschikt voor verschillende prestatieklassen en voor zowel tijdelijke als permanente installaties.

*Korte prefab elementen opgesteld in een kleine kromtestraal*



Foto: L. Rens

*Prefab Stepbarrier als doorsteek op een autosnelweg*



Foto: L. Rens

*Installatie van een prefab betonnen geleideconstructie*

De installatie van prefab geleideconstructies gebeurt hetzij door de leverancier, hetzij door een aannemer wegenwerken of een onderneming gespecialiseerd in verkeerssignalisatie. De bouwheer of hoofdaannemer staat in voor een vlak oppervlak, meestal beton of asfalt, waarop de elementen correct kunnen geplaatst worden. De elementen worden gewoonlijk rechtstreeks van de truck geladen en op hun plaats geïnstalleerd. Voor grote hoeveelheden kan een opslagplaats in de buurt van de werf voorzien worden, van waar de elementen naar het werk getransporteerd worden.



## TER PLAATSE GESTORTE BETONNEN GELEIDECONSTRUCTIE

Een ter plaatse gestorte betonnen geleideconstructie wordt aangelegd op een bestaande verharding (asfalt, beton) of op een fundering, vaak in schraal beton.

De aanleg gebeurt met een klein type glijbekistingmachine met een aangepaste mal in functie van het gewenste profiel. Rendementen van 400 tot 800 m per dag kunnen gemakkelijk gehaald worden. Het geëxtrudeerde profiel uit vers beton dat uit de mal verschijnt, mag zich niet vervormen onder het gewicht van het beton. Daarom is het aangewezen om te werken met een vrij droog, stug beton op basis van gebroken steenslag zodat een stabiel mengsel wordt bekomen. Meestal wordt een mengsel van grof en fijn zand gebruikt om een mooi gesloten betonoppervlak te bekomen.

De Belgische typebestekken voorzien aangepaste specificaties voor de aanleg van geleideconstructies. Volgende bepalingen staan vermeld in Standaardbestek 250 voor de Wegenbouw, versie 2.2 :

Tenzij anders vermeld in de opdrachtdocumenten, wordt stortklaar beton van omgevingsklasse EE4 volgens de norm NBN B15-001 en NBN-EN 206-1 gebruikt, dat het merk van overeenkomstigheid BENOR of gelijkwaardig draagt.

Het beton heeft de volgende kenmerken:

- minimaal cementgehalte: 350 kg/m<sup>3</sup>;
- de grootste nominale korrelafmeting bedraagt 31,5 mm volgens NBN-EN 12620:2002;
- het gebruik van hoogwaardig betongruulaat is beperkt tot 20 % van de steenfractie;
- het gebruik van een luchtbelvormer is verplicht. Het te bekomen luchtbelgehalte, gemeten op het verse beton op de werf, bedraagt minimaal 4%;
- wateropsorping:
  - de individuele wateropsorping  $H_i$ ,  $\max \leq 6,8 \%$ ;
  - de gemiddelde wateropsorping  $H_m$ ,  $\max \leq 6,3 \%$ ;
- consistentieklasse S1; bij doorlopend storten, vertoont het beton een kegelinzakking (slump) < 25 mm;
- de minimaal vereiste druksterkte van het beton na minstens 90 dagen bedraagt:
  - individueel 42,5 MPa;
  - gemiddeld 50 MPa.



Foto : Wirtgen



Foto : Wirtgen



Foto : Gomaco

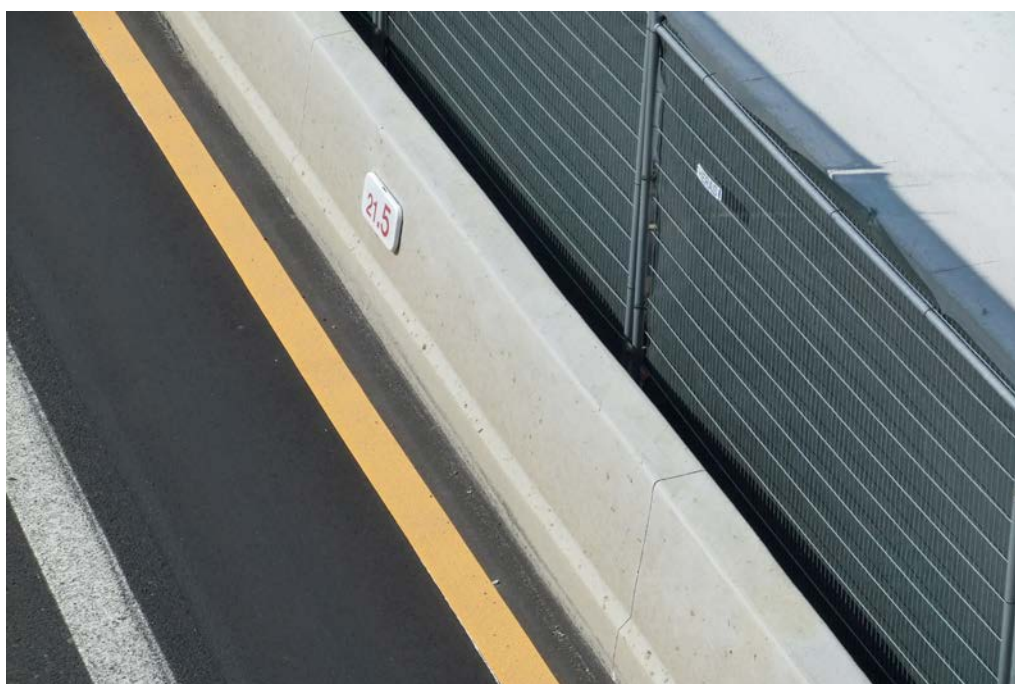
*In situ plaatsing van een betonnen geleideconstructie met een glijbekistingmachine*



*Foto : Gomaco*

De constructie wordt, afhankelijk van het type, ook voorzien van een reeks wapeningsstaven of – strengen in de langsrichting. In geval van een impact, hoger dan deze tijdens de genormaliseerde botsproeven, kan het beton verbrijzeld worden en de langswapening draagt dan bij om de brokken beton samen te houden.

Om de krimpbeweging van de constructie op te vangen wordt een gecontroleerde scheurvorming voorzien door het aanbrengen van een zaagsnede op een tussenafstand van 4 à 6 m (volgens Standaardbestek 250 : zaagsneden 40 mm diep, 3 mm breed en met een maximale tussenafstand van 4 m). Het zagen gebeurt, afhankelijk van de weersomstandigheden, tussen de 6 en 24 u na aanleg van de geleideconstructie.



*Zaagsneden aangebracht om de 4 m*

*Foto : L. Rens*

## BESLUITEN

Betonnen geleideconstructies worden hetzij geprefabriceerd als afzonderlijke elementen en nadien geassembleerd op de werf, hetzij als een ter plaatse gestort betonnen geheel vervaardigd.

Ze worden al meer dan 40 jaar toegepast als afscherpende constructies voor wegen. Hun ontwerp en uitvoering werden aangepast en verbeterd zodat ze voldoen aan de eisen van de Europese normenreeks EN 1317. Vandaag bieden ze een oplossing met kwaliteiten op vlak van duurzaamheid, veiligheid, economie en milieu.

Beton is gekend voor zijn duurzaamheid en robuustheid. Dit is ook het geval voor betonnen geleideconstructies, die een nuttige levensduur van 50 jaar hebben en bestand zijn tegen alle types klimatologische omstandigheden. Ze zijn onvervormbaar en blijven meestal zelfs intact na ernstige aanrijdingen met vrachtwagens.

Op vlak van veiligheid biedt een betonnen geleideconstructie doorgaans een hoog kerend vermogen en vermindert zo het risico op ongevallen met overschrijding, waarbij meestal de meeste slachtoffers vallen. Ze zijn ontworpen om voertuigen te geleiden naar de rijweg toe zonder onaantoonbare risico's voor inzittenden, andere weggebruikers of voorbijgangers. Door hun effen en continu oppervlak en de afwezigheid van steunpalen, wordt het risico op verwonding voor motorrijders sterk gereduceerd.

De economische voordelen zijn de relatief lage investeringskost voor de aanleg, de snelle en eenvoudige installatie en vooral het feit dat betonnen geleideconstructies nauwelijks onderhoud vergen in de loop van hun levensduur.

De sterke punten op vlak van milieu zijn inherent verbonden aan het gebruik van beton dat op zich een duurzaam materiaal is met een lage energie-inhoud, met een beperkte carbon footprint over de volledige levensduur beschouwd en met de mogelijkheid om gerecycleerde granulaten te gebruiken. Door hun kleine werkingsbreedte nemen ze minder ruimte in beslag en waar nodig kan in de middenberm een enkele dubbelzijdige geleideconstructie de functie vervullen voor beide rijrichtingen. Ze zijn bovendien niet vervuilend en quasi volledig recycleerbaar op het einde van hun levensduur. Omdat er bijna geen onderhoud of vervanging nodig is, profiteren de weggebruikers van een maximale beschikbaarheid van de weg en worden files door werkzaamheden vermeden. Tot slot bestaan betonnen geleideconstructies, prefab en ter plaatse gestort, in een breed gamma van geteste oplossingen. Betonnen geleideconstructies zijn een veilige en duurzame keuze!



Foto : Omnibeton – Deltabloc



I-6

Dit bulletin is een publicatie van :  
**FEBELCEM**  
Federatie van de Belgische Cementnijverheid  
Vorstlaan 68 - 1170 Brussel  
tel. 02 645 52 11 - fax 02 640 06 70  
[www.febelcem.be](http://www.febelcem.be)  
[info@febelcem.be](mailto:info@febelcem.be)

Auteur : ir. L. Rens

Wettelijk depot :  
D/2013/0280/01

V. u. : A. Jasienski

[infobeton.be](http://infobeton.be)

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] Barrier cost comparison - Study 1 of 3 (ref. BP37). ISBN: 978-0-9556962-2-0, Britpave, 2008.
- [2] Barrier cost comparison - Study 2 of 3 (ref. BP38). ISBN: 978-0-9556962-3-7, Britpave, 2008.
- [3] Barrier cost comparison - Study 3 of 3 (ref. BP39). ISBN: 978-0-9556962-4-4, Britpave, 2008.
- [4] Beton - Goed op weg - De betonnen Step Barrier, Cement&BetonCentrum, 2010
- [5] Britpave CSB - The guarantee of safety and quality, Britpave Barrier Systems, 2012.
- [6] Concrete barriers and roadside noise, DS/CSB/515, Britpave, November 2006.
- [7] HAMPTON C. G.  
The risk of fatality in motorcycle crashes with roadside barriers, Paper number 07-0474, Virginia Tech, United States.
- [8] <http://ec.europa.eu>
- [9] Moderne Betonschützwände, Gütegemeinschaft Betonschützwand & Gleitformbau e.V. 2010
- [10] STURT, R. & FELL, C.  
The relationship of injury risk to accident severity in impacts with roadside barriers, International Journal of Crashworthiness, Vol. 14, N° 2, April 2009, 165-172.
- [11] Sustainability Benefits of Concrete Step Barrier - delivering a safe, reliable future, BP/42, Britpave, 2008.