

Literatuuronderzoek voertuigkering H4-niveau

Een literatuurstudie naar voertuigkeringen beproefd op H4-niveau volgens prEN 1317-1 en prEN 1317-2

R-97-49

Ing. W.H.M. van de Pol

Leidschendam, 1997

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer: R-97-49
Titel: Literatuuronderzoek voertuigkering H4-niveau
Ondertitel: Een literatuurstudie naar voertuigkeringen beproefd op H4-niveau volgens prEN 1317-1 en prEN 1317-2
Auteur(s): Ing. W.H.M. van de Pol
Onderzoeksmanager: Ir. L.T.B. van Kampen
Projectnummer SWOV: 55.410
Opdrachtgever: Bouwdienst Rijkswaterstaat Apeldoorn

Trefwoord(en): Safety fence, concrete, steel, height, layout, safety, specifications, collision, evaluation (assessment), design (overall design).

Projectinhoud: De Bouwdienst is door het Hoofdkantoor van de Waterstaat gevraagd een studie te doen naar een zware voertuigkering die voldoet aan het in Europees verband bepaalde H4-niveau (norm prEN 1317-1 en prEN 1317-2). Eén van de onderdelen in die studie is het uitvoeren van een literatuuronderzoek naar reeds bestaande voertuigkeringen die aan de norm voldoen.

Aantal pagina's: 24 + 56 blz.
Prijs: f 25,-
Uitgave: SWOV, Leidschendam, 1997

Samenvatting

Er zijn nog niet veel proeven op ware schaal op H4-niveau uitgevoerd volgens de prEN 1317-1-norm en de prEN 1317-2-norm. Daarom zijn in de literatuur maar enkele H4-proeven te vinden. Behalve deze H4-proeven, zijn er volgens de literatuur ook proeven op ware schaal uitgevoerd met zware voertuigen die niet specifiek aan het H4-niveau voldoen. Deze proeven wijken af van de H4-proeven uit de prEN 1317-1- en prEN 1317-2-norm, door een andere massa van het voertuig en een iets afwijkende botsnelheid en/of botshoek. Gezien het beperkte aantal proeven op H4-niveau, zijn deze afwijkende proeven toch meegenomen in deze studie. De botsenergie moet wel van gelijke orde-grootte zijn.

Uit het onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- Zware voertuigkeringen kunnen zowel in staal als in beton worden uitgevoerd. Van beide materialen zijn voorbeelden van constructies gevonden, die voldoen aan het gewenste H4-niveau.
- Voor constructies met een beperkte breedte verdient beton de voorkeur boven staal.
- Voor constructies met een grotere breedte verdient staal de voorkeur boven beton.
- De gevonden zware voertuigkeringen zijn hoger dan de huidige constructies. Voertuigkeringen met een hoogte van ongeveer 1,3 meter blijken goede resultaten te geven. Bij een hoogte van ongeveer 1,0 meter vinden nog roll-overs (kantelen) van voertuigen plaats.
- De hoogten van de constructies van 1,3 meter hebben een gunstig effect op het tegenhouden van ladingen.
- De schade bij aanrijdingen met een stalen constructie blijkt veel groter dan de schade bij betonnen keringen.
- De gevonden voertuigkeringen bestemd voor aardebanen, verschillen van die voor bruggen en viaducten. De keringen voor aardebanen zijn minder massief van opzet dan die voor bruggen, doordat in het eerste geval een grotere uitbuigingsruimte aanwezig is.
- Het blijkt mogelijk te zijn dat de ASI-waarden voor personenauto's tijdens een aanrijding met een zware voertuigkering, beneden de maximaal toegestane waarde van 1,4 in de CEN-norm komen.

Summary

Literature search into vehicle safety barriers at the H4 level

Not many full-scale tests at the H4 level have yet been carried out according to the first and second standards of the prEN 1317. For this reason, only a few H4 tests are mentioned in the literature. In addition to these H4 tests, the literature also mentions full-scale tests that have been carried out with heavy vehicles which do not specifically meet the criteria for the H4 level. These tests deviate from the H4 tests listed in the first and second standards of the prEN 1317 in that they involve vehicles with a different mass and a somewhat different collision speed and/or collision angle. In spite of the fact that these tests are somewhat unlike those at the H4 level, they are included here to supplement the limited number of tests at H4 level found in the literature. For inclusion, however, the collision energy had to be of the same level.

From the research, the following conclusions were drawn:

- Heavy vehicle safety barriers can be made of either steel or concrete. Examples of constructions made of both these materials were found that satisfy the desired H4 level.
- For constructions with small widths, concrete is to be preferred over fixed constructions.
- For constructions with greater widths, steel is to be preferred over rigid constructions.
- The available heavy vehicle safety barriers are higher than current constructions. Vehicle safety barriers with a height of about 1.3 metres appear to provide good results. With a height of about 1.0 metre, vehicle roll-overs (overturning) still occur.
- Constructions that are 1.3 metres and taller have a positive effect on arresting cargoes.
- The damage suffered from collisions involving a steel construction appears to be much greater than damage suffered from collisions involving concrete safety barriers.
- The available vehicle safety barriers intended for embankments differ from those for bridges and viaducts. The safety barriers for embankments are not as massive in design as those for bridges because in the case of embankments there is a greater room for deflection.
- It appears possible that the ASI values for passenger cars during a collision with a heavy vehicle safety barrier are below the highest permitted value of 1.4 in the CEN standard.

Inhoud

1.	<i>Inleiding</i>	6
2.	<i>Opzet en uitvoering van het onderzoek</i>	7
3.	<i>Verzamelde gegevens uit de literatuur</i>	8
3.1.	Inleiding	8
3.2.	Europa	8
3.3.	Verenigde Staten	10
3.4.	Japan	11
3.5.	Samenvatting	12
4.	<i>Verzamelde gegevens via testinstituten</i>	16
4.1.	Inleiding	16
4.2.	Engeland	16
4.3.	Duitsland	16
4.4.	Frankrijk	17
4.5.	Italië	18
4.6.	Samenvatting	18
5.	<i>Conclusies en aanbevelingen</i>	19
	<i>Literatuur</i>	21
	<i>Bijlage A t/m H</i>	23

1. Inleiding

Door de Bouwdienst Rijkswaterstaat te Apeldoorn is een ontwerp gemaakt voor een nieuw type voertuigkering dat is bestemd voor zeer zware voertuigen. Vanwege de vorm van deze voertuigkering heeft de kering de naam TRI-ANGEL gekregen

Het Hoofdkantoor van de Rijkswaterstaat heeft de Bouwdienst opgedragen een studie uit te voeren naar een zware voertuigkering, die voldoet aan het in Europees verband bepaalde H4-niveau (norm prEN 1317-1 en prEN 1317-2). De volgende onderdelen zullen in het onderzoek aan de orde zijn:

- het inventariseren van bestaande constructies voor het keren van zware voertuigen;
- het genereren van nieuwe ideeën aan de hand van werkconferenties;
- het beoordelen van de mogelijke oplossingsrichtingen en globale uitwerking ervan.

Het resultaat van het project kan een nadere uitwerking zijn van de TRI-ANGEL ideeën, maar de opdracht biedt voldoende ruimte voor andere resultaten.

Dit rapport doet verslag van het eerste punt: het inventariseren van bestaande constructies voor het keren van zware voertuigen.

Het verslag van dit onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van de Bouwdienst Rijkswaterstaat te Apeldoorn, is samengesteld door ing. W.H.M. van de Pol.

2. Opzet en uitvoering van het onderzoek

De SWOV heeft in internationale literatuur (IRRD-bestand) gezocht naar rapporten en artikelen vanaf 1990 over bestaande voertuigkeringen die op H4-niveau functioneren. Over de gevonden rapporten en artikelen wordt in het onderhavige rapport verslag gedaan.

De SWOV heeft Europese testinstituten benaderd, die proeven op ware schaal op H4-niveau kunnen uitvoeren. Aan deze testinstituten is gevraagd namen en adressen te verstrekken van bedrijven die proeven op ware schaal op voertuigkeringen op H4-niveau hebben laten uitvoeren op het testterrein van testinstituten. Deze bedrijven werd verzocht testrapporten te leveren, evenals een zo uitgebreid mogelijke documentatie van de beproefde voertuigkeringen.

3. Verzamelde gegevens uit de literatuur

3.1. Inleiding

Voor de studie is gezocht naar proeven op ware schaal, die overeenstemmen met het H4-niveau uit prEN 1317-1 en prEN 1317-2, de TB1-proef, de TB11-proef, de TB71-proef en de TB81-proef.

- De TB11-proef is een proef met een personenauto met een massa van 900 kg bij 100 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de geleidende werking van de voertuigkering. De botsenergie is 41 kNm.
- De TB71-proef is een proef met een zware vrachtauto met een massa van 30.000 kg bij 65 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de sterkte van de voertuigkering. De botsenergie is 572 kNm.
- De TB81-proef is een proef met een trekker met oplegger combinatie met een massa van 38.000 kg bij 65 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de sterkte van de voertuigkering. De botsenergie is 725 kNm.

Via het IRRD-bestand zijn vier rapporten gevonden. De rapporten beschrijven proeven op ware schaal in Groot-Brittanië, Italië, de Verenigde Staten en Japan. Gezien het kleine aantal publikaties uit Europa, zijn de proeven uit de Verenigde Staten en Japan ook meegenomen. Vervolgens zijn de proeven die alleen qua botsenergie ongeveer op H4-niveau uitkomen ook bij het onderzoek betrokken. Hierbij wijken massa van het voertuig, het type voertuig, de inrijnsnelheid, de inrijhoek of een combinatie van deze vier grootheden af van de prEN-norm.

3.2. Europa

Bijlage A

Laker (1988) beschrijft de proeven op ware schaal, die zijn uitgevoerd door MIRA in Engeland. De beproefde voertuigkeringen worden in bermten toegepast.

De proevenserie is zowel op een stalen als op een betonnen constructie uitgevoerd. De afbeeldingen van de stalen constructie, de betonnen barriër en de testresultaten zijn ondergebracht in *Bijlage A*.

De stalen constructie bestaat uit vier open doosprofielen, die paarsgewijs door breekbouten aan de palen zijn bevestigd (zie *Afbeelding A1*). De liggerhoogten zijn respectievelijk 610 en 1.020 mm. De paalafstand bedraagt 2,40 meter. De testopstelling is 115 meter lang en is aan beide zijden goed verankerd.

De betonnen barriër is opgebouwd uit 20 prefab elementen van 3 meter lengte. De totale testopstelling is dus 60 meter lang. De elementen zijn met deuvels aan het wegdek verankerd. De koppeling tussen de elementen bestaat uit een eenvoudige tong en groefverbinding (zie *Afbeelding A2*).

Tabel A1 en *Tabel A2* geven een overzicht van de uitgevoerde proeven op ware schaal en *Tabel A3* en *Tabel A4* geven een overzicht van de proefresultaten. De relevante proeven zijn die met de personenauto's, met de 30 tons vrachtauto en de beide proeven met de 39 tons trekker met oplegger. De snelheden zijn hoger dan in de prEN-norm, maar de hoek is kleiner. Ook de massa's van de voertuigen wijken iets af. De botsenergie ligt hierdoor wat lager dan de prEN-norm: 541 kNm tegen 572 kNm voor de vrachtauto

en 663 kNm en 712 kNm tegen 725 kNm voor de trekker met oplegger. De botsenergie van de beide aanrijdingen met de personenauto's is minder dan de TB11-proef.

Geen van de uitgevoerde proeven op ware schaal voldoet aan de CEN-inrijcondities. Geen van de belangrijke grootheden voldoet eigenlijk aan de CEN-norm. De inrijhoeken, de inrijnelheden, de massa's en het type voertuig wijken soms sterk af; de botsenergie kan daarentegen nog wel aan de CEN-norm voldoen.

De algemene conclusie luidt dat de stalen constructie de proeven goed heeft doorstaan. De statische uitbuigingen van de constructie bij de aanrijdingen met de personenauto's bedragen 0,09 en 0,25 meter. De statische uitbuigingen van de constructie bij de aanrijdingen met de vrachtauto en de trekker met oplegger bedragen 1,40 respectievelijk 1,75 meter.

De betonnen barrier is minder succesvol: de trekker met oplegger verbreekt enkele verbindingen tussen de elementen. De trekker met oplegger is evenwel niet door de barrier heen gereden.

Bijlage H

In Italië zijn vier proeven op ware schaal uitgevoerd op een stalen New Jersey Barrier (NJB) van de firma SISTEMA. Het testinstituut en de schrijvers van de rapporten worden niet vermeld. De beproefde voertuigkeringen worden op bruggen en verharde middenbermen toegepast. Drie van de vier proeven zijn op de brugvariant van de stalen NJ-barrier uitgevoerd en één op de middenbermvariant. De afbeeldingen van de geteste stalen NJB zijn ondergebracht in *Bijlage H*. De geteste barriers zijn schematisch weergegeven in *Afbeelding H1 t/m H3*. Van de geteste middenberm NJB-variant zijn geen tekeningen aanwezig. De stalen NJ-barrier bestaat uit 6 meter lange elementen. De plaatdikte is 4 mm. Op circa 447 mm hoogte is een verstevigingsrib aangebracht. Op de NJ-barrier is een leuning aangebracht, zie *Afbeelding H1*. De elementen zijn door middel van vier speciale ankerbouten, type Liebig, aan de brug bevestigd (*Afbeelding H4*). Voor de eerste proef op ware schaal met de vrachtauto, zijn vier ankerbouten van het type Liebig M16 gebruikt. Voor de proef op ware schaal met de middenbermvariant, zijn geen gegevens bekend. Bij de laatste twee proeven op ware schaal zijn vier ankerbouten van het type Liebig Ultra Plus M20 per proef gebruikt. De kwaliteit van de ankerbout wordt in het rapport niet gegeven.

Tabel H1 en *Tabel H2* geven een overzicht van de uitgevoerde proeven; *Tabel H3* geeft een overzicht van de proefresultaten. *Afbeelding H5 t/m H8* laat de NJ-barrier voor en na de aanrijding zien. De proeven op ware schaal zijn uitgevoerd met drie vrachtauto's en een personenauto. De massa's van de vrachtauto's zijn respectievelijk 20.780 kg, 16.340 kg en 27.200 kg. De massa van de personenauto is 985 kg. De inrijhoek is altijd 20 graden. De inrijnelheden zijn respectievelijk 67 km/uur, 80 km/uur en 72 km/uur voor de vrachtauto's, en 100 km/uur voor de personenauto. Geen van de proeven voldoet aan de prEN-norm op H4-niveau.

De algemene conclusie luidt dat de stalen NJ-barrier de proeven goed heeft doorstaan. De uitbuiging van de constructie bij de aanrijding met de personenauto bedraagt 0,02 meter. De uitbuigingen van de constructie bij de aanrijdingen met de vrachtauto's bedragen 1,19 meter, 0,22 meter en 0,40 meter. Het verschil van de uitbuiging van 1,19 meter ten opzichte van 0,22 meter wordt veroorzaakt door de veel zwaardere verankering. De Liebig

Ultra Plus M20 verankering bij de laatste proef is zeker 60% sterker dan de Liebig M16 verankering bij de eerste proef.

N.b. Een deel van proef C2 ontbreekt in het rapport; een deel van proef C3 daarentegen is dubbel.

Bijlage G

Als afsluiting van het literatuuronderzoek wordt nog verwezen naar een simulatie-onderzoek van de SWOV. In 1987 is door de SWOV een simulatie-onderzoek (Van de Pol, 1987) verricht naar een nieuwe veiligheidsleuning voor Rijksweg 15 ter hoogte van het Welplaat-tracé. Het betreft hier een afschermvoorziening voor bruggen. De massa's voor de vrachtauto zijn respectievelijk 30.000 kg en 40.000 kg en voor de trekker met oplegger respectievelijk 32.500 kg, 36.500 kg en 50.000 kg. De inrijcondities zijn 72 km/uur en 90 km/uur bij 15 graden en een enkele keer 10 graden. Er zijn in totaal elf simulaties uitgevoerd. In dit simulatie-onderzoek is de bestaande veiligheidsleuning, de zogenaamde verzwaarde leuning uit de richtlijnen, getoetst aan de gestelde eisen, en stap voor stap verbeterd totdat een gunstig resultaat werd bereikt. De profielen van de bestaande veiligheidsleuning zijn daarbij niet veranderd. De aangebrachte modificaties zijn:

- koppelen van de elementen in langsrichting;
- meer energieopname in de voetplaat voor afscheuren las-naad;
- veiligheidsleuning verhogen van 0,975 meter naar 1,40 meter;
- veiligheidsleuning helt 23 graden voorover;
- veiligheidsleuning staat op 15 cm hoge afwerkrand.

N.b. Door het vooroverhellen van de leuning en het verhogen van de leuning ontstaat een uitbuigruimte van ongeveer 50 cm.

Afbeelding G1 geeft een overzicht van de bestaande zware leuning uit de richtlijnen. *Afbeelding G2* laat een schematische weergave van de gemodificeerde leuning zien. In *Afbeelding G3* wordt een schematisch overzicht van de plaats van de leuning op de damwand gegeven. Geen van de uitgevoerde proeven op ware schaal voldoet aan de CEN-inrijcondities. Geen van de belangrijke grootheden voldoet eigenlijk aan de CEN-norm. De inrijhoeken, de inrijnelheden, de massa's en het type voertuig wijken soms sterk af, maar de botsenergie kan dan nog wel aan de CEN-norm voldoen.

De algemene conclusie luidt dat de verbeterde stalen leuning een redelijk alternatief is voor dergelijke zware aanrijdingen. Enige verbeteringen zijn nog wel noodzakelijk. De stalen leuning is niet geschikt voor aanrijdingen met personenauto's. In de onderhavige situatie is een geleiderailconstructie voor de stalen leuning geplaatst.

3.3. Verenigde Staten

Bijlage B

Hirsch & Mak beschrijven de proeven op ware schaal, die zijn uitgevoerd door TTI in Amerika (Hirsch & Mak, 1990). De beproefde voertuigkeringen worden in bermen toegepast.

De proef is uitgevoerd op een geprofileerde stalen barrière gevuld met een samenstelling van zand met 10% cement en water.

De afbeelding van de barrier is ondergebracht in *Bijlage B*. De barrier bestaat uit een 1.170 mm hoge en 1.118 mm brede, uit profielen samengesteld kokerprofiel, die met een mixer van zand en 10% cement en water is gevuld. De vulling heeft een massa van 1,766 ton/m³. De testopstelling is 106 meter lang en staat los op het wegdek.

De proef is gehouden met een 35,6 tons trekker met oplegger bij een snelheid van 82 km/uur en een hoek van 15 graden. De botsenergie ligt hierdoor wat lager dan de prEN-norm: 617 kNm tegen 725 kNm.

Geen van de uitgevoerde proeven op ware schaal voldoet aan de CEN-inrijcondities. Geen van de belangrijke grootheden voldoet eigenlijk aan de CEN-norm. De inrijhoeken, de inrij snelheden, de massa's en het type voertuig wijken soms sterk af, maar de botsenergie kan dan nog wel aan de CEN-norm voldoen.

De algemene conclusie is, dat de barrier de proef goed heeft doorstaan. De vervorming aan de barrier bedraagt ongeveer 10 cm. De maximale verplaatsing van de barrier bedraagt circa 18 cm.

Bijlage C

Menges et al. (1995) beschrijven de proeven op ware schaal, die zijn uitgevoerd door TTI in Amerika. De beproefde voertuigkeringen worden op bruggen en viaducten toegepast.

De proeven zijn uitgevoerd op een 1.070 mm hoge conf. F brugbarrier en een 1.070 mm hoge brugleuning. De afbeeldingen van de betonnen barrier en de testresultaten zijn ondergebracht in *Bijlage C*. De geteste barriers zijn schematisch weergegeven in *Afbeelding C1* en *Afbeelding C2*. In *Tabel C1* t/m *Tabel C3* wordt een overzicht van de proefresultaten gegeven.

De proeven zijn uitgevoerd met een 18,4 tons intercity-bus en twee proeven met een 22,7 tons trekker met oplegger. De massa van de bus is hiermee hoger dan de massa van de bus uit de prEN-norm. De snelheid en de inrijhoek zijn van gelijke orde-grootte. Voor de trekker met oplegger geldt het omgekeerde. De snelheden zijn hoger dan in de prEN-norm, maar de hoek is kleiner. Ook de massa van de trekker met oplegger is veel kleiner. Hierdoor ligt de botsenergie voor de bus veel hoger, 382 kNm tegen 288 kNm. Voor de trekker met oplegger is de botsenergie juist veel lager: 362 kNm en 467 kNm, tegen 725 kNm.

Geen van de uitgevoerde proeven op ware schaal voldoet aan de CEN-inrijcondities. Geen van de belangrijke grootheden voldoet eigenlijk aan de CEN-norm. De inrijhoeken, de inrij snelheden, de massa's en het type voertuig wijken soms sterk af, maar de botsenergie kan dan nog wel aan de CEN-norm voldoen.

De algemene conclusie is dat de betonnen conf. F barrier en de betonnen brugleuning de proeven goed hebben doorstaan.

3.4. **Japan**

Bijlage D

Seo et al. (1995) beschrijven de proeven op ware schaal, die zijn uitgevoerd in Japan. De beproefde voertuigkeringen worden in bermten toegepast.

De afbeeldingen van de geteste guardrails en de testresultaten zijn weergegeven in *Bijlage D*. De geteste guardrails zijn schematisch weergegeven in *Afbeelding D1* en *Afbeelding D2* en *Tabel D1*.

In *Tabel D1* wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde proeven op ware schaal en *Tabel D2* geeft een overzicht van de proefresultaten.

De relevante proeven zijn de proeven met de 20 tons vrachtauto. De snelheden zijn veel hoger dan in de prEN-norm: 100 km/uur tegen 80 km/uur. De hoek is kleiner (15 graden) of gelijk (20 graden). De botsenergie ligt hierdoor wat lager of veel hoger dan de prEN-norm: 517 kNm tegen 572 kNm, en 903 kNm tegen 572 kNm voor de vrachtauto. Er zijn geen proeven met een trekker met oplegger uitgevoerd. Geen van de uitgevoerde proeven op ware schaal voldoet aan de CEN-inrijcondities. Geen van de belangrijke grootheden voldoet eigenlijk aan de CEN-norm. De inrijhoeken, de inrijsnelheden, de massa's en het type voertuig wijken soms sterk af, maar de botsenergie kan dan nog wel aan de CEN-norm voldoen.

De algemene conclusie is, dat de guardrail van *Afbeelding D1* en *Afbeelding D2* (Gr-SS Modified type 2) de proeven goed heeft doorstaan. De statische uitbuiging van de guardrail bij een aanrijding met de personenauto bedraagt 0,18 meter. De statische uitbuigingen van de guardrail bij een aanrijding met de vrachtauto bedraagt 1,60 meter.

3.5. **Samenvatting**

In de literatuur zijn 29 proeven op ware schaal gevonden, die (min of meer) aan het H4-niveau criterium voldoen. Niet altijd zijn de proeven met de personenauto uitgevoerd, zodat de beoordeling van geleiding en ASI-waarde niet altijd beschikbaar waren. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste gegevens van de proeven verzameld. In de tabel wordt uitgegaan van de botsenergie van de proef op ware schaal. Wanneer de proef een gunstige afloop heeft, wordt de bijbehorende CEN-proef qua botsenergie gegeven. Daarna wordt aangegeven welke van de vier grootheden, die de botsenergie bepalen, overeenstemmen met de CEN-norm.

Europa

Voertuig	Constructie	Botsenergie [kNm]	Voldoet aan botsenergie van test					ASI	Benod. uitbuigruimte	Voldoet aan CEN testconditie			
			TB11	max.	TB71	TB81	max.			v [km/uur]	∞ [grd]	m [kg]	type voertuig
mini	box	27	ja	TB22				na	W2	nee	nee	nee	ja
talbot		35	ja	TB22				na	W3	nee	nee	nee	ja
vracht		288					TB51	nvt	W6	ja	nee	ja	nee
vracht		541			voertuig rollover			nvt		nee	nee	ja	
trekker		663			ja	nee	TB71	nvt	W7	nee	nee	nee	ja
bus		310					TB51	nvt	W6	nee	nee	nee	ja
alpine		89	voertuig rollover					na		nee	nee	nee	nee
vracht		742			voertuig rollover			nvt		ja	nee	ja	nee
mini	brittish	19	ja	TB21				na	W1	nee	nee	nee	ja
talbot	concrete	36	ja	TB22				na	W1	nee	nee	nee	ja
vracht	barrier	279					TB42	nvt	W1	nee	ja	nee	ja
trekker		711			barrier gebroken			nvt		nee	nee	nee	nee

Italië (Bijlage H)

Voertuig	Constructie	Botsenergie [kNm]	Voldoet aan botsenergie van test					ASI	Benod. uitbuigruimte	Voldoet aan CEN testconditie			
			TB11	max.	TB71	TB81	max.			v [km/uur]	∞ [grd]	m [kg]	type voertuig
vracht	NJB	429			nee	nee	TB51	nvt	W5	nee	ja	nee	nee
vracht	(staal)	472			nee	nee	TB61	nvt	W*	ja	ja	ja	ja
fiat 131		45	ja	TB31				na	W1	ja	ja	nee	ja
vracht		642			ja	nee	TB71	nvt	W3	nee	ja	nee	ja

* Geen constructietekeningen aanwezig

Nederland (Bijlage G)

Voertuig	Constructie	Botsenergie [kJ]	Voldoet aan botsenergie van test					ASI	Benod. uitbuigruimte	Voldoet aan CEN testconditie			
			TB11	max.	TB71	TB81	max.			v [km/uur]	x [grd]	m [kg]	type voertuig
vracht	leuning	402			constructie gebroken			nvt					
vracht	staal	181			constructie gebroken			nvt					
vracht		402			constructie gebroken			nvt					
vracht		181			nee	nee	TB42	nvt	W3	ja	nee	nee	ja
vracht		181			nee	nee	TB42	nvt	W3	ja	nee	nee	ja
vracht		402			nee	nee	TB51	nvt	W3	ja	nee	nee	nee
vracht		628			constructie gebroken			nvt					
vracht		837			constructie gebroken			nvt					
trekker		680			TB71	nee	TB71	nvt	W4	nee	nee	nee	nee
trekker		764				TB81	TB81	nvt	W4	nee	nee	nee	ja
trekker		1047			constructie gebroken			nvt					

Verenigde Staten (Bijlage B)

Voertuig	Constructie	Botsenergie [kJ]	Voldoet aan botsenergie van test					ASI	Benod. uitbuigruimte	Voldoet aan CEN testconditie			
			TB11	max.	TB71	TB81	max.			v [km/uur]	x [grd]	m [kg]	type voertuig
trekker		617			ja	nee	TB71	nvt	W1	nee	nee	nee	nee
<i>Bijlage C</i>													
bus	conf. F	382			nee	nee	TB61	nvt	W1	nee	nee	nee	nee
trekker	barrier	362			nee	nee	TB61	nvt	W1	nee	nee	nee	nee
trekker	parapet	467			nee	nee	TB71	nvt	W1	nee	nee	nee	nee

Japan (Bijlage D)

Voertuig	Constructie	Botsenergie [kNm]	Voldoet aan botsenergie van test					ASI	Benod. uitbuigruimte	Voldoet aan CEN testconditie			
			TB11	max.	TB71	TB81	max.			v [km/uur]	x [grd]	m [kg]	type voertuig
vracht	geleide rail	517			constructie gebroken en rollover voertuig			nvt					
vracht		517			nee	nee	TB71	nvt	W4	nee	nee	nee	ja
vracht		903			ja	ja	> TB81	nvt	W5	nee	nee	nee	nee
vracht		925			ja	ja	> TB81	nvt	W7	nee	ja	nee	nee
vracht		896			rollover voertuig			nvt					
vracht		903			rollover voertuig			nvt					
pers		55			rollover voertuig			na					
pers		56	ja	TB31				na	W2	nee	nee	nee	ja
pers		97	ja	TB31				na	W2	nee	ja	nee	ja

4. Verzamelde gegevens via testinstituten

4.1. Inleiding

Er is gezocht naar proeven op ware schaal, die overeenstemmen met het H4-niveau uit prEN 1317-1 en prEN 1317-2, de TB11-proef, de TB71- en de TB81-proef.

- De TB11-proef is een proef met een personenauto met een massa van 900 kg bij 100 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de geleidende werking van de voertuigkering. De botsenergie is 41 kNm.
- De TB71-proef is een proef met een zware vrachtauto met een massa van 30.000 kg bij 65 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de sterkte van de voertuigkering. De botsenergie is 572 kNm.
- De TB81-proef is een proef met een trekker met opleggercombinatie met een massa van 38.000 kg bij 65 km/uur en 20 graden. Doel: testen van de sterkte van de voertuigkering. De botsenergie is 725 kNm.

De volgende testinstituten zijn schriftelijk benaderd voor gegevens:

- BAST in Bergisch Gladbach, Duitsland.
- L.I.E.R. in LYON, Frankrijk.
- M.I.R.A. in Nuneaton, Engeland.
- TÜV in Garching, Duitsland.

Deze testinstituten zijn geselecteerd omdat zij in staat zijn zware voertuigen op de gewenste snelheid te laten botsen.

Alle vier testinstituten hebben gereageerd, waarbij vier namen van opdrachtgevers zijn verkregen. Het aantal lijkt weinig, maar het uitvoeren van proeven op H4-niveau op ware schaal wordt pas enkele jaren door overheden geëist.

N.b. Niet alle fabrikanten hebben bij het verzenden van de rapporten over het H4-niveau de informatie over de TB11-proeven meegestuurd.

4.2. Engeland

Door MIRA is één proef op H4a-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB11- en een TB71-proef op een Temporary Higher Vertical Concrete Barrier (THVCB). De opdrachtgever van deze proeven was Highways Agency of the UK Department of Transport in Londen. Bij het verschijnen van dit rapport, waren de testresultaten nog niet ontvangen.

4.3. Duitsland

Bijlage E

Door de TÜV zijn enkele proeven op H4-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB11-proef en een TB-81 proef. De opdrachtgever is de 'Firma Volkmann und Rossbach GmbH & Co.KG' in Montabauer. Het betreft hier een afschermvoorziening voor berm, de zogenaamde 'Maxi Rail'.

De afbeelding van de beproefde stalen Maxi Rail en de testresultaten zijn ondergebracht in *Bijlage E*. De constructie bestaat uit twee onder elkaar aangebrachte liggers. De bovenste ligger bestaat uit een open kokerprofiel. De onderste ligger bestaat uit een open kokerprofiel met daaraan een

geleiderail (type B) gemonteerd. De paalafstand bedraagt 1,333 meter en de lengte van de paal is 2,700 meter. De palen worden 1,55 meter in de grond geheid. De onderste ligger is, naast de afstandhouder, ook met behulp van zeskantige afstandhouders aan de palen bevestigd. Deze aparte afstandhouder doet dienst als vervormbare afstandhouder bij aanrijdingen met personenauto's. Aan de achterzijde van de palen zijn drie (boven elkaar) kabels van 20 mm. bevestigd. De geteste constructie is weergegeven in *Afbeelding E1*. In *Tabel E1* en *Tabel E2* wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde proeven op ware schaal. *Tabel E3* en *Tabel E4* laten een overzicht zien van de proefresultaten.

De algemene conclusie luidt dat de MAXI-rail de proeven goed heeft doorstaan. De statische uitbuiging van de MAXI-rail bij een aanrijding met de personenauto bedraagt 0,09 meter. De statische uitbuigingen van de MAXI-rail bij een aanrijding met een trekker met oplegger bedraagt 1,34 meter. De dynamische uitbuigingen bedragen respectievelijk 0,16 voor de personenauto en 1,65 meter voor de trekker met oplegger. De ASI-waarde bij de personenauto is 1,13.

Bijlage F

Door de TÜV zijn enkele proeven op H4-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB11- en een TB81-proef. De opdrachtgever is Metalmeccanica Fracasso S.p.A. in Venetië. Het betreft hier een afschermvoorziening voor zowel berm- als bruggen, de zogenaamde 'Fracasso 3n'. Van de fabrikant is bericht ontvangen dat er proeven zijn uitgevoerd in juni-/juli 1997. Bij het verschijnen van dit rapport, waren de testresultaten nog niet ontvangen.

4.4. Frankrijk

Door LIER zijn enkele proeven op H4-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB11-proef en een TB81-proef. De opdrachtgever is TUBOSIDER S.p.A. in Torino. Het betreft hier een afschermvoorziening voor bruggen, de zogenaamde 'Variable Geometry Crash Barrier'. De afbeelding van de beproefde stalen Variable Geometry Crash Barrier en de testresultaten zijn ondergebracht in *Bijlage F*. De barrier bestaat uit een aantal onder elkaar aangebrachte liggers. De paalafstand is 1,5 meter. De liggers kunnen bestaan uit geleiderails, open kokerprofielen of een combinatie van beiden. De geteste constructie is van het laatste type, twee geleiderails boven elkaar met een open kokerprofiel eronder en erboven (zie *Afbeelding F1*). *Tabel F1* geeft een overzicht van de uitgevoerde proeven op ware schaal; in *Tabel F2* worden de proefresultaten weergegeven.

De algemene conclusie is, dat de stalen Variable Geometry Crash Barrier de proeven goed heeft doorstaan. De statische uitbuiging bij een aanrijding met de personenauto bedraagt 0,10 meter. De statische uitbuigingen van de barrier bij een aanrijding met een trekker met oplegger bedraagt 0,90 meter. De ASI-waarde bij de personenauto bedraagt 1,33.

Bijlage F

Door LIER is een proef op H4-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB71-proef. De opdrachtgever is Metalmeccanica Fracasso S.p.A. in Venetië. Het betreft hier een afschermvoorziening voor zowel berm- als bruggen, de zogenaamde 'Fracasso 3n'.

Van de fabrikant is bericht ontvangen dat er proeven zijn uitgevoerd in juni/juli 1997. Bij het verschijnen van dit rapport, waren de testresultaten nog niet ontvangen.

4.5. Italië

Bijlage F

Door AUTOSTRADE-ISAM is een proef op H4-niveau op ware schaal uitgevoerd. Het betreft hier een TB71-proef. De opdrachtgever is Metalmeccanica Fracasso S.p.A. in Venetië. Het betreft hier een afschermvoorziening voor zowel berm- als bruggen, de zogenaamde 'Fracasso 3n'. Van de fabrikant is bericht ontvangen dat de proef is uitgevoerd in juni/juli 1997. Bij het verschijnen van dit rapport, waren de testresultaten nog niet ontvangen.

4.6. Samenvatting

Van de testinstituten is bericht ontvangen dat vier opdrachtgevers proeven op H4-niveau hebben laten uitvoeren. Van drie van de vier opdrachtgevers is daadwerkelijk bericht ontvangen. Van deze drie opdrachtgevers is er één, die wel proeven op ware schaal heeft laten uitvoeren, maar daarvan nog niet de rapporten van de testinstituten heeft ontvangen. Het betreft hier een dubbel uitgebouwde en een enkel uitgebouwde geleiderailconstructie type 'Fracasso 3n'. Van het type 'enkel uitgebouwd' bestaat een berm-uitvoering en een bruguitvoering. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste gegevens van de proeven verzameld.

Land Opdrachtgever Constructie	Getest op H4-niveau			ASI	Benodigde uitbuigruimte W
	TB11	TB71	TB81		
4.2. Engeland					
Uk Dep. of Transport	ja	ja			#
4.3. Duitsland (<i>Bijlage E en Bijlage F</i>)					
Volkman und Rossbach	ja		ja	1,13	
Fracasso	ja		ja		*
4.4. Frankrijk (<i>Bijlage F</i>)					
TURBOSIDER	ja		ja	1,33	
Fracasso		ja			*
4.5. Italië (<i>Bijlage F</i>)					
Fracasso		ja			*
# Van opdrachtgever nog geen bericht ontvangen					
* Van fabrikant bericht ontvangen 'nog geen rapporten ontvangen van testinstituut'					

5. Conclusies en aanbevelingen

Rapporten van onderzoeken die worden uitgevoerd door onderzoeks- en testinstituten, laten vaak een goed overzicht zien van de ontwikkeling van een constructie naar een goed produkt. Ook de proeven op ware schaal die compleet zijn mislukt, worden (uitgebreid) besproken. Het Japanse onderzoek is hier een goed voorbeeld van. Vaak worden veel meer gegevens van proeven op ware schaal in de rapporten opgenomen dan van proeven op ware schaal die in opdracht van fabrikanten zijn uitgevoerd. In deze rapporten staat vaak niet meer dan dat de constructie aan (in dit geval) het H4-niveau voldoet. Rapporten van proeven op ware schaal die zijn mislukt, worden door de fabrikant niet ter beschikking gesteld.

De uitgevoerde H4-testen hebben betrekking op voertuigkeringen die in bermen geplaatst kunnen worden, en op voertuigkeringen die op bruggen geplaatst kunnen worden. Hierbij is niet echt een voorkeur voor het toegepaste materiaal te herkennen. Een stalen voertuigkering vraagt vaak wat meer uitbuigruimte dan een betonnen voertuigkering.

Alle beproefde stalen constructies zijn hoger dan 0,75 meter, de hoogte van de huidige constructies. De hoogte varieert van minimaal 0,905 meter tot 1,6 meter.

De beproefde betonnen barriers zijn 0,81 of 1,07 meter hoog.

Enige uitbuigruimte heeft een gunstige invloed op de ernst van de aanrijding. Deze ruimte wordt ook bepaald door de uitbouw van de constructie, de grootte van de afstandhouder en/of vooroverhellen van de paal, zie *Bijlage A, D en G*.

De uitbouw van de voertuigkering en de lengte van de afstandhouder, moeten voldoende zijn om te voorkomen dat de wielen de palen raken.

Hierdoor wordt (al te grote) schade aan voertuig en voertuigkering voorkomen. In Japan wordt deze afstand op ten minste 0,45 meter gesteld (*Bijlage D*). Bij de andere proeven varieert deze afstand van 0,15 tot 0,45 meter.

Ook de liggers moeten voldoende stijf zijn om te voorkomen dat de wielen de palen kunnen aanrijden (*Bijlage F*). De grootte van de stijfheid van de ligger hangt nauw samen met het aantal palen.

Uit de proeven blijkt, dat de hoogte van de voertuigkering groter moet zijn dan 1 meter. Bij deze hoogte vinden nog roll-overs/kantelen van voertuigen plaats. Voertuigkeringen van ongeveer 1,30 meter hoog geven goede resultaten.

De voertuigkeringen voor de aardebanen (*Bijlage A en D*) zijn minder massief van opzet dan de voertuigkeringen voor bruggen (*Bijlage F*).

De mogelijke uitbuigruimte in aardebanen is veel groter dan op bruggen. Is er wel voldoende uitbuigruimte aanwezig, dan kan ook de voertuigkering minder massief zijn (*Bijlage G*).

De gemeten ASI-waarden voldoen aan niveau B uit de prEN-norm.

De langskoppeling van de betonnen prefab elementen verdient speciale aandacht. Is deze koppeling niet sterk genoeg, dan wordt de barrier doorbroken door het botsende voertuig.

Schade aan de stalen voertuigkeringen is veel groter dan de schade aan de betonnen voertuigkeringen.

Conclusies

Kort samengevat, kunnen de volgende conclusies uit het literatuuronderzoek worden getrokken.

- Zware voertuigkeringen kunnen zowel in staal als in beton worden uitgevoerd. Van beide materialen zijn voorbeelden van constructies gevonden die voldoen aan het gewenste H4-niveau.
- Voor constructies met een beperkte breedte verdient beton de voorkeur boven staal.
- Voor constructies met een grotere breedte verdient staal de voorkeur boven beton.
- De gevonden zware voertuigkeringen zijn hoger dan de huidige constructies. Voertuigkeringen met een hoogte van ongeveer 1,3 meter blijken goede resultaten te geven. Bij een hoogte van ongeveer 1,0 meter vinden nog roll-overs (kantelen) van voertuigen plaats.
- Hoogten van 1,3 meter van de constructies hebben een gunstig effect op het tegenhouden van ladingen.
- De schade bij aanrijdingen met een stalen constructie blijkt veel groter dan de schade bij betonnen keringen.
- De gevonden voertuigkeringen bestemd voor aardebanen verschillen van die voor bruggen en viaducten. De keringen voor een aardebaan zijn minder massief van opzet dan die voor bruggen, doordat in het eerste geval een grotere uitbuigingsruimte aanwezig is.
- Het blijkt mogelijk te zijn, dat de ASI-waarden voor personenauto's tijdens een aanrijding met een zware voertuigkering beneden de maximaal toegestane waarde van 1,4 in de CEN-norm komen.

Aanbevelingen

De voertuigkering moet voldoende hoog zijn om te voorkomen dat het voertuig omrolt en op zijn kant terecht komt. De hoogte van de voertuigkering heeft een gunstig effect op het tegenhouden van de lading.

Een speciale 'vervormingsruimte' voor of aan de voertuigkering heeft een gunstig effect op de aanrijdingen met personenauto's.

Uit de rapporten over de proeven op ware schaal van de voertuigkeringen op bruggen en viaducten, valt niet altijd op te maken hoe sterk de verankeringen zijn. Om te kunnen voldoen aan H4-niveau-aanrijdingen met een (zeer) beperkte uitbuigruimte, moeten de verankeringen (veel) sterker worden dan tot nu toe werd toegepast. Nagegaan moet worden of dit een probleem kan worden/is bij het ontwerpen en toepassen van deze voertuigkeringen op H4-niveau.

Uit de rapporten over de proeven op ware schaal van de voertuigkeringen in aardebanen, valt niet op te maken uit wat voor grondslag de berm bestaat. Wel is bekend, dat de samenstelling van de grond ter plaatse van de proefopstellingen bij zowel TÜV als LIER, nogal steenachtig is. De geheide palen van de beproefde constructies zullen dan ook stevig in de grond staan, veel steviger dan waarschijnlijk in Nederland mogelijk is.

Voor het goed kunnen functioneren van de voertuigkering in aardebanen geldt, dat de berm *voldoende draagkracht moet hebben* om te voorkomen dat de voertuigen van H4-niveau in de berm kunnen wegzakken. Het kunnen omleiden van het voertuig door de voertuigkering kan daardoor mogelijk te niet gedaan worden. Ook de kans van kantelen van het voertuig neemt toe.

Literatuur

Autostrade (1992). *Experimental crash tests of the steel barrier type NJ*. Concessioni e costruzioni autostrade S.p.A., Venetië.

Autostrade (1994a) *Crash tests of the steel barrier type NJ as central traffic divider*. Concessioni e costruzioni autostrade S.p.A, Venetië.

Autostrade (1994b) *Experimental crash tests of the steel barrier type NJ for bridge side*. Concessioni e costruzioni autostrade S.p.A, Venetië.

Comité Européen de Normalisation (CEN) (1994a). *Road restraint systems. Part 1: Terminology and general criteria for tests methods*. Draft; Ref.No. PrEN 1317-1.

Comité Européen de Normalisation (CEN) (1994b). *Road restraint systems. Part 1: Safety barriers. Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods*. Draft; Ref.No. PrEN 1317-2.

Ellmers, U. & Schulte, W. (1994a). *Bericht über einen PKW-Anprallversuch an das gerammtee Stahlschutzsystem "MAXI RAIL" der Firma SPIG*. BASt/94 7 D 003/ELL.

Ellmers, U. & Schulte, W. (1994b). *Bericht über einen LKW-Anprallversuch an das gerammtee Stahlschutzsystem "MAXI RAIL" der Firma SPIG*. BASt/94 7 D 004/ELL.

Hirsch, T. J. & Mak, K.K. (1990). *Development of an IBC MK-7 barrier capable of restraining and redirecting an 80,000 lb tractor van-trailer*. Transportation Research Record 1258.

Laker, I. B. (1988). *High containment safety barriers: steel and concrete*. Transportation Research Circular 341.

Menges, W. L.; Buth, C. E.; Bullard Jr., D. L. & McDevitt, Ch. F. (1995). *Performance level 3 bridge railings*. Transportation Research Record 1500.

Pol, W. H. M. (1987). *De veiligheidsleuning langs Rijksweg 15 ter hoogte van het Welplaat-trace*. R-87-38. SWOV, Leidschendam.

Quincy, R., Mounier, B., Yagüe, N. & Mounier, H. (1994a). *Variable Geometry Crash Barrier, Tubosider*. L.I.E.R Laboratoire d'essais Inrets Equipements de la Route. TUB/BSI-01/030.

Quincy, R., Mounier, B., Yagüe, N. & Mounier, H. (1994b). *Variable Geometry Crash Barrier, Tubosider*. L.I.E.R Laboratoire d'essais Inrets Equipements de la Route. TUB/BSI-02/031.

Seo, T., Ando, K., Fukuya, T. & Kaji, S. (1995). *Development of guardrails for high-speed collisions*. Transportation Research Record 1500.

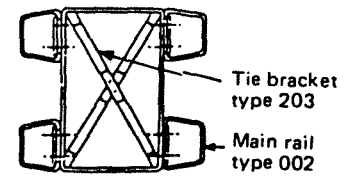
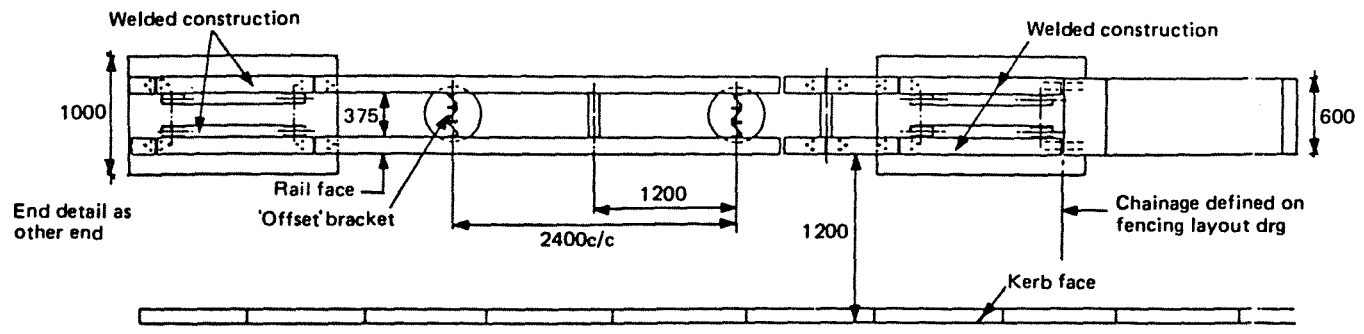
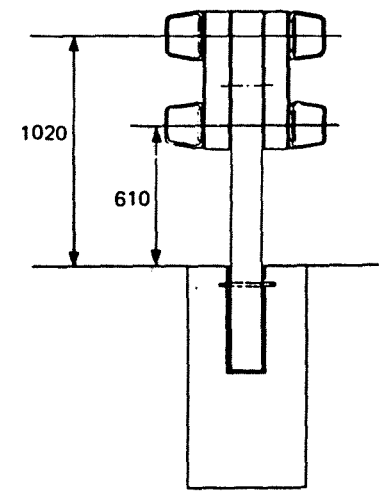
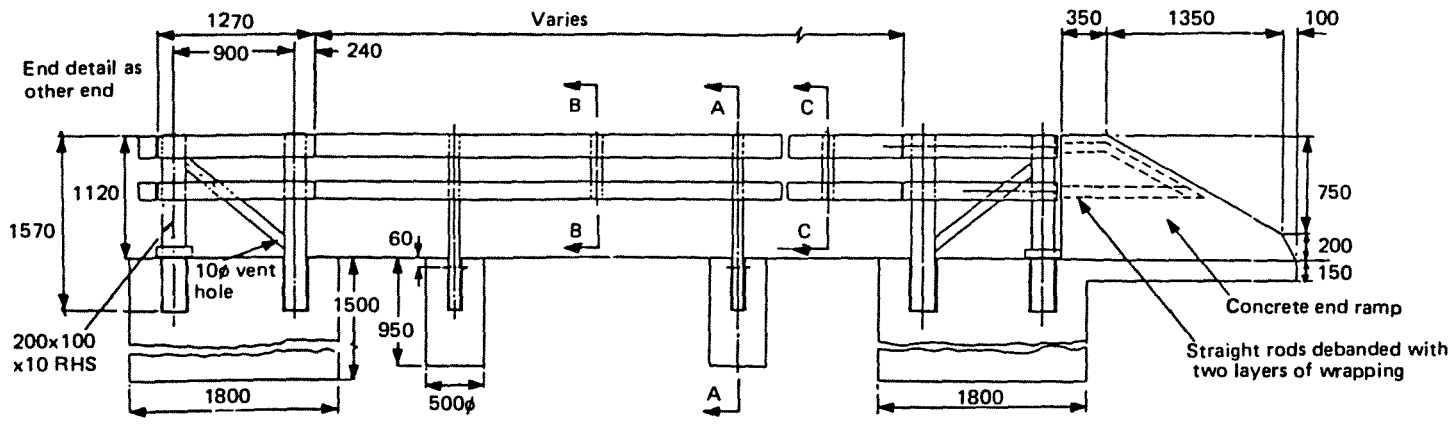
Bijlage A t/m H

- A. *Afbeelding A1 t/m A2.
Tabel A1 t/m A4.*
- B. *Afbeelding B1.*
- C. *Afbeelding C1 t/m C2.
Tabellen C1 t/m C3.*
- D. *Afbeelding D1 t/m D2.
Tabel D1 t/m D2.*
- E. *Afbeelding E1.
Tabel E1 t/m E4.*
- F. *Afbeelding F1 t/m F2.
Tabel F1 t/m F2.*
- G. *Afbeelding G1 t/m G3.
Tabel G1 t/m G2.*
- H. *Afbeelding H1 t/m H8.
Tabel H1 t/m H2.*

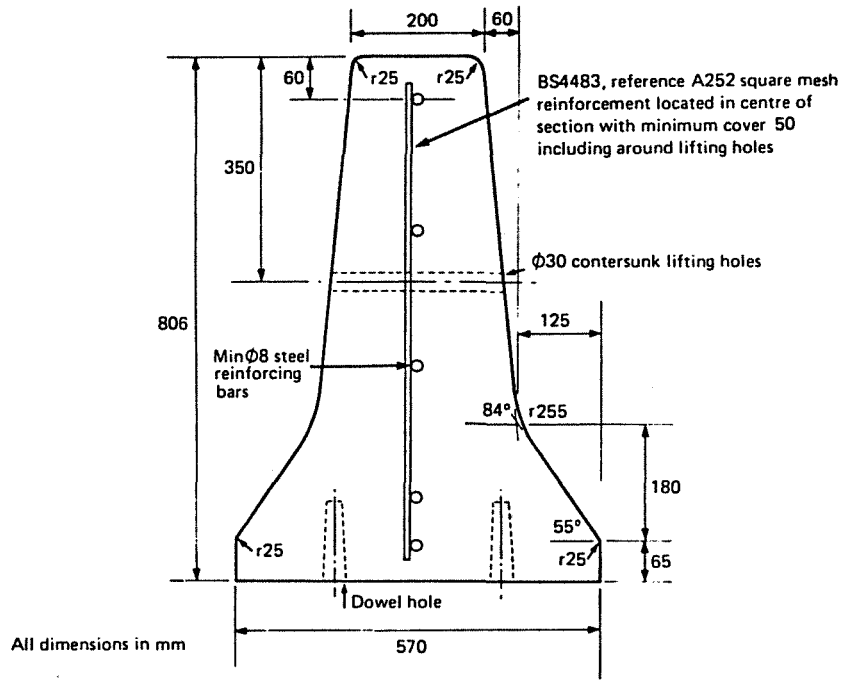
Bijlage A

Afbeelding A1 t/m A2

Tabel A1 t/m A4

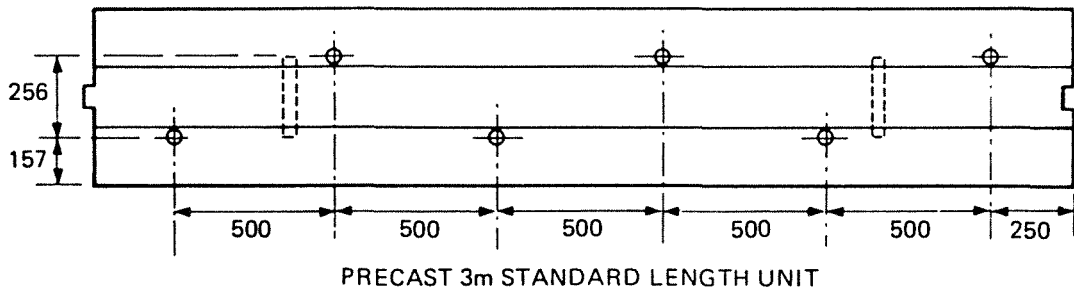
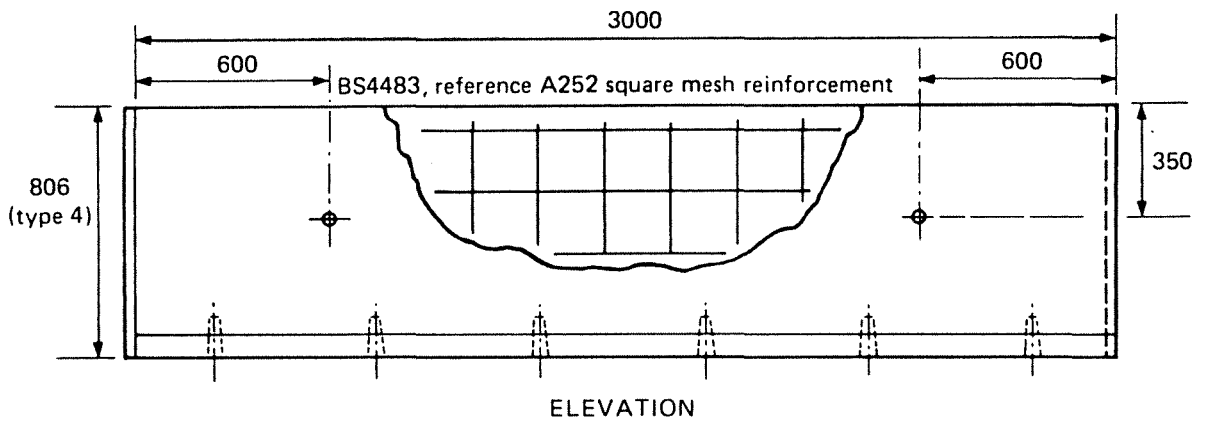


Afbeelding A1. Beproefde stalen constructie, type Box Beam Barrier.



PROFILE TYPE 4: PRECAST UNIT

Fig. 2a British concrete barrier (BCB) – section



All dimensions in mm

Afbeelding A2. Beproeft betonnen barrier; type 4 British Concrete Barrier.

Vehicle type	GVW ton	Length (m)	Height of C.G. (m)	Impact speed (km/h)	Impact angle (deg)	Engine capacity (Liters)	Vehicle description
BL Mini car	0.78	2.95	0.45	116.5	15	0.85	Private car
Talbot Alpine car	0.99	4.38	0.51	116.3	15	1.44	Private car
Dodge 2-axle HGV truck	16.33	9.30	1.10	81.7	15	5.8	Rigid flat bed
Foden 4-axle HGV truck	30.75	9.49	1.34	82.5	15	5.8	High sided tipper
Atkinson 5-axle HGV truck	39.12	14.30	-	81.0	15	14.0	Articulated-3-axle trailer
Duple bus	14.29	11.92	0.66	91.6	15	12.5	51-seats
Talbot Alpine car	1.03 (with dummy)	4.38	0.41	111.9	25	1.44	Private car
Dodge 2-axle HGV truck	16.71	9.05	1.10	80.3	25	5.8	Rigid flat bed

Tabel A1. Proefvoertuigen en inrijcondities stalen constructie.

Vehicle type	GVW ton	Length (m)	Height of C.G. (m)	Impact speed (km/h)	Impact angle (deg)	Engine capacity (liters)	Vehicle description
BL Mini car	0.71 (with dummy)	2.95	0.49	102.5	15	0.85	Private car
Talbot Alpine car	1.06 (with dummy)	4.38	0.51	114.7	15	1.44	Private car
Dodge 2-axle HGV truck	16.49	9.15	1.50	80.9	15	5.8	Rigid flat bed
ERF 5-axle HGV truck	39.21	14.30	1.61	83.8	15	14.0	Articulated 3-axle trailer

Tabel A2. Proefvoertuigen en inrijcondities betonnen barrier.

Test vehicle	Weight (ton) Speed (km/h) Angle (deg)	Max Roll Angle (deg)	Max yaw velocity (deg/sec)	Exit angle (deg)	Accel. (g) 10 Hz filter				Barrier data		REMARKS (vehicle damage index) %
					Lateral		Longitudinal		Max tension (kN)	Static defl. (damage length) (meters)	
					Peak	Average	Peak	Average			
BL Mini car	0.78 116.5 15	7	140	6	9.5	3.4	-3.3	-1.6	12.8	0.09 (5)	Satisfactory (100)
Talbot Alpine car	0.99 116.3 15	5	110	0	8.5	3.0	-6.8	-2.9	19.6	0.25 (5)	Satisfactory (100)
2-axle HGV trk	16.33 81.7 15	53	62	5	1.7	0.8	-0.9	-0.4	109.8	1.22 (80)	Satisfactory (10)
4-axle HGV trk	30.75 82.5 15	90	43	0	1.6	0.8	-0.9	-0.5	220.7	1.40 (80)	Contained but rolled over (25)
5-axle HGV trk	39.12 81.0 15.0	TRACTOR 9	1.1	3	10.0	0.4	-5.5	-0.6	211.8	1.75	(10)
		TRLR 37	0.6		4.0	0.3	-4.0	-0.2		(67)	Satisfactory (40)
bus	14.29 91.6 15	33	57	5	2.8	1.1	-1.4	-0.4	125.5	1.44 (33)	Satisfactory (50)
Alpine car	1.03 111.9 25	9	165	-	9.2	3.5	-11.0	-5.5	79.4	0.4 (15)	Contained but severe (100)
2-axle HGV trk	16.71 80.3 25	180	82	-	2.0	1.1	-1.5	-0.9	278.5	1.6 (50)	Rolled over barrier (100)

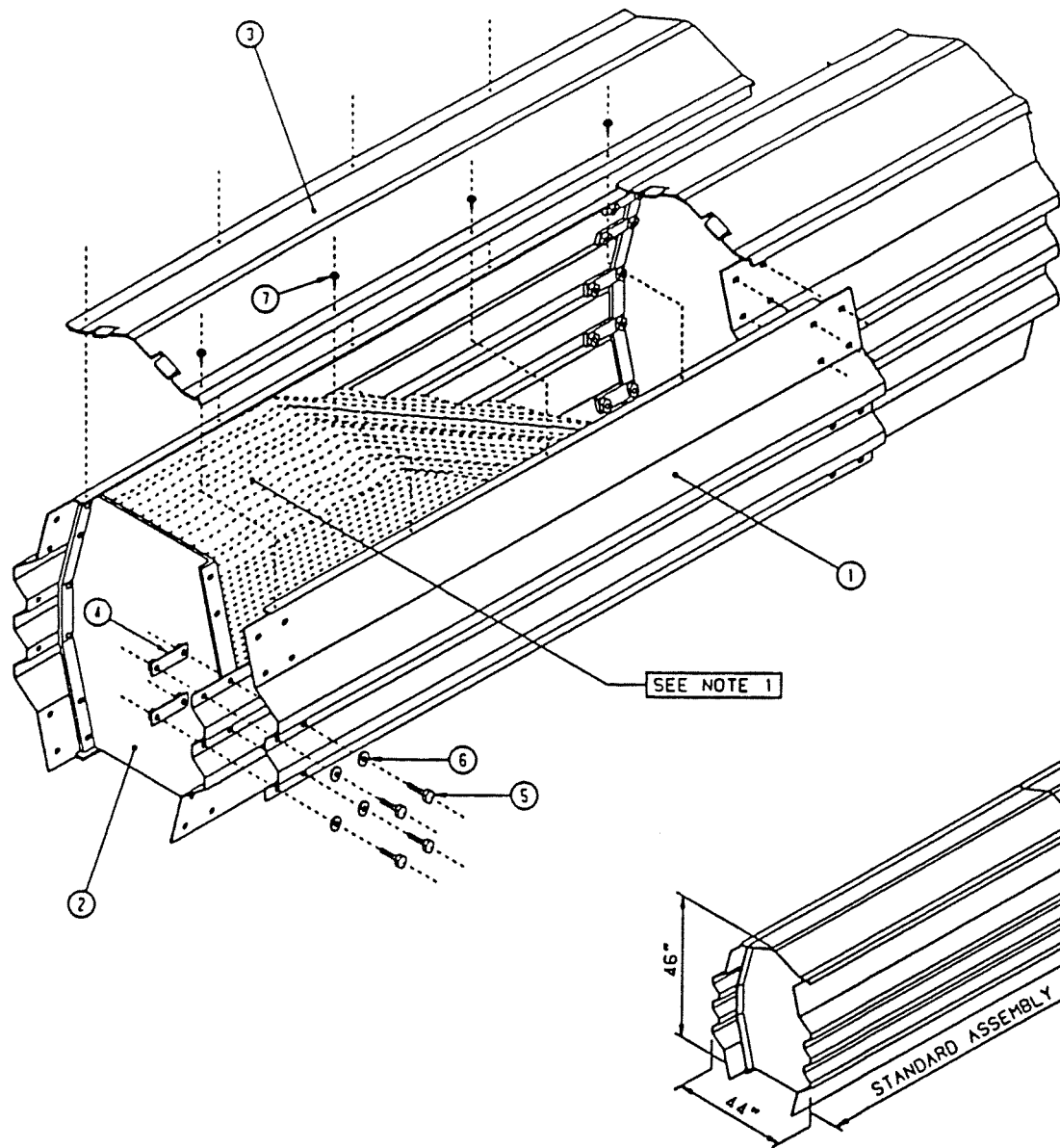
Tabel A3. Proefresultaten stalen constructie.

Test vehicle	Weight (ton) Speed (km/h) Angle (deg)	Max roll angle (deg)	Max yaw velocity (m/sec)	Exit angle	Accel. (g) 10 Hz filter				Vehicle damage index (%)	Barr. damage (meters)	REMARKS
					Lateral		Longitudinal				
					Peak	Average	Peak	Average			
BL Mini car	0.71 102.5 15	18	183	3	11.3	6.3	- 4.5	- 2.6	25	0	Satisfactory
Talbot Alpine car	1.06 114.7 15	8	182	5	12.4	5.8	- 3.7	- 1.8	25	0	Satisfactory
2-axle HGV truck	16.49 80.9 15	31	50	2	2.8	0.8	- 1.3	- 0.4	100	18	Satisfactory
5-axle HCV truck	39.2 83.8 15	TRCT 90	106	-	4.4	0.4	- 3.1	- 0.3	100	24	Vehicle breached barrier
		TRLR 90	42		1.9	0.5	- 3.6	- 0.6			

Tabel A4. Proefresultaten betonnen barrier.

Bijlage B

Afbeelding B1



PARTS LIST-ASSEMBLY NO. 000A00			
ITEM	PART NO.	DESCRIPTION	QTY
1	000A01	STANDARD PANEL	4
2	000A02	STANDARD BULKHEAD	1
3	000A03	STANDARD LID	1
4	000A04	STRAP NUT	12
5	000A05	5/8" HEX BOLT 1-3/4"L	24
6	000A06	5/8" FLAT WASHER	24
7	000A07	SELF TAPPING SCREW AND WASHER	8

NOTES:

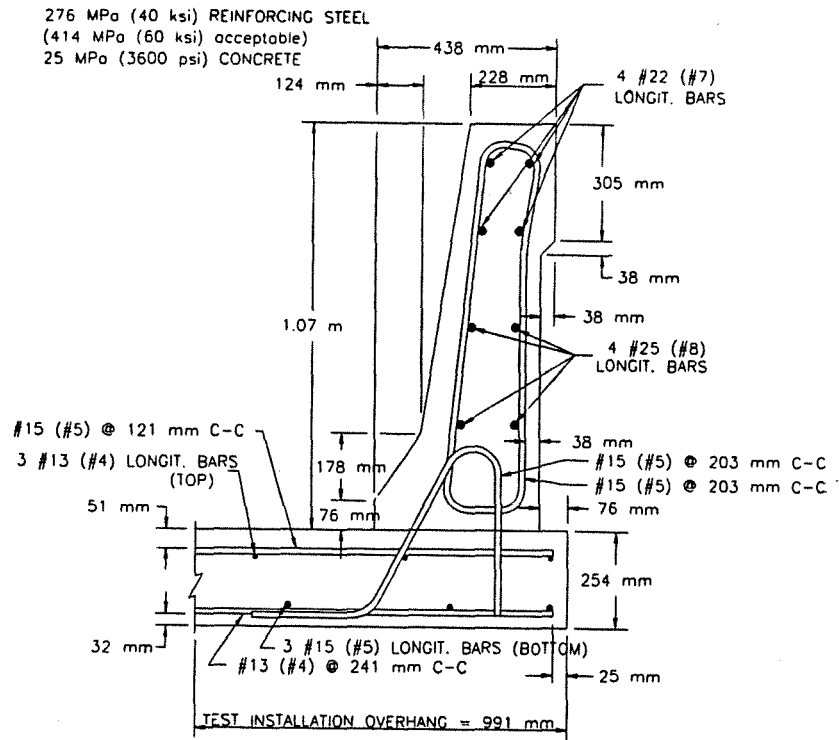
1. STANDARD ASSEMBLY SHALL RECEIVE FILL MATERIAL AFTER CONNECTING WITH AN ADJACENT STANDARD OR OTHER ASSEMBLY. FILL MATERIAL SHALL BE LEVEL WITH TOP OF SIDE PANELS.

Afbeelding B1. Beproeft constructie, type IBC MK-7 gevult met mix van zand met 10% cement en water.

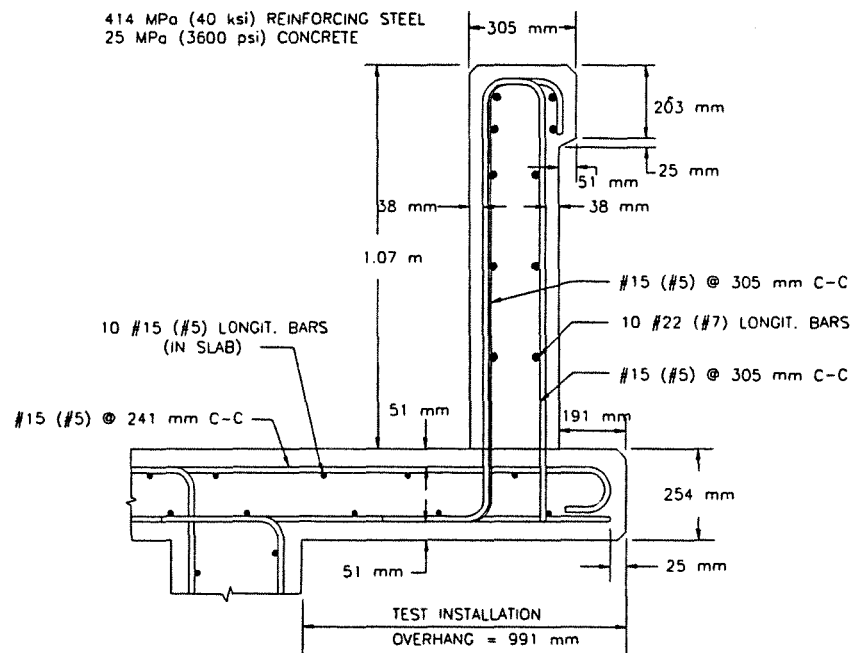
Bijlage C

Afbeelding C1 t/m C2

Tabel C1 t/m C3



Afbeelding C1. *Beproofde betonnen barrier, type F-shape bridge railing.*



Afbeelding C2. *Beproofde betonnen barrier, type 'concrete parapet'.*

Performance Evaluation for Bus Test on F-Shape, Test 7069-7

AASHTO EVALUATION CRITERIA*		TEST RESULTS	ASSESSMENT																
A.	Must contain vehicle	Vehicle was contained	Pass																
B.	Debris shall not penetrate passenger compartment	No debris penetrated passenger compartment	Pass																
C.	Passenger compartment must have essentially no deformation	Acceptable deformation	Pass																
D.	Vehicle must remain upright during and after collision	Vehicle remained upright	Pass																
E.	Must smoothly redirect vehicle	Vehicle was smoothly redirected	Pass																
F.	Effective coefficient of friction: <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 - .25</td> <td style="text-align: center;">Good</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.26 - .35</td> <td style="text-align: center;">Fair</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>.35</td> <td style="text-align: center;">Marginal</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	0 - .25	Good	.26 - .35	Fair	>.35	Marginal	<table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.31</td> <td style="text-align: center;">Fair</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	.31	Fair	Pass				
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>																		
0 - .25	Good																		
.26 - .35	Fair																		
>.35	Marginal																		
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>																		
.31	Fair																		
G.	Shall be less than: <u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Longitudinal</td> <td style="text-align: center;">Lateral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.2 (30)</td> <td style="text-align: center;">7.6 (25)</td> </tr> </table> <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Longitudinal</td> <td style="text-align: center;">Lateral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> </table>	Longitudinal	Lateral	9.2 (30)	7.6 (25)	Longitudinal	Lateral	15	15	<u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Longitudinal</td> <td style="text-align: center;">Lateral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.4 (7.9)</td> <td style="text-align: center;">1.6 (5.4)</td> </tr> </table> <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Longitudinal</td> <td style="text-align: center;">Lateral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-2.4</td> <td style="text-align: center;">21.7</td> </tr> </table>	Longitudinal	Lateral	2.4 (7.9)	1.6 (5.4)	Longitudinal	Lateral	-2.4	21.7	N/A
Longitudinal	Lateral																		
9.2 (30)	7.6 (25)																		
Longitudinal	Lateral																		
15	15																		
Longitudinal	Lateral																		
2.4 (7.9)	1.6 (5.4)																		
Longitudinal	Lateral																		
-2.4	21.7																		
H.	Exit angle shall be less than 12 degrees	Exit angle was 0 degrees	Pass																

*A, B, and C are required. D, E, F, and H are desired. G is not applicable for this test.

Tabel C1. Proefresultaten betonnen barrier, type F-shape, met de bus.

TABLE 4 Performance Evaluation for Tractor-Trailer Test on F-shape, Test 7069-10

AASHTO EVALUATION CRITERIA*		TEST RESULTS		ASSESSMENT											
A.	Must contain vehicle	Vehicle was contained		Pass											
B.	Debris shall not penetrate passenger compartment	No debris penetrated passenger compartment		Pass											
C.	Passenger compartment must have essentially no deformation	Acceptable deformation		Pass											
D.	Vehicle must remain upright during and after collision	Vehicle remained upright		Pass											
E.	Must smoothly redirect vehicle	Vehicle was smoothly redirected		Pass											
F.	Effective coefficient of friction <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 - .25</td> <td style="text-align: center;">Good</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.26 - .35</td> <td style="text-align: center;">Fair</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>.35</td> <td style="text-align: center;">Marginal</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	0 - .25	Good	.26 - .35	Fair	>.35	Marginal	<table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Not Available</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	Not Available	N/A	N/A
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>														
0 - .25	Good														
.26 - .35	Fair														
>.35	Marginal														
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>														
Not Available	N/A														
G.	Shall be less than: <u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> Longitudinal Lateral 9.2 (30) 7.6 (25) <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> Longitudinal Lateral 15 15	<u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> Longitudinal Lateral 2.8 (9.1) 2.8 (9.3) <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> Longitudinal Lateral -4.7 3.7	N/A												
H.	Exit angle shall be less than 12 degrees	about 0 degrees		Pass											

*A, B, and C, are required. D, E, F, and H are desired. G is not applicable for this test.

Tabel C2. Proefresultaten betonnen barrier, type F-shape, met de trekker met oplegger.

TABLE 5 Performance Evaluation for Tractor-Trailer Test on Vertical Faced Concrete Parapet, Test 7069-13

AASHTO EVALUATION CRITERIA*		TEST RESULTS		ASSESSMENT											
A.	Must contain vehicle	Vehicle was contained		Pass											
B.	Debris shall not penetrate passenger compartment	No debris penetrated passenger compartment		Pass											
C.	Passenger compartment must have essentially no deformation	Acceptable deformation		Pass											
D.	Vehicle must remain upright during and after the collision	Vehicle remained upright during contact with the bridge railing; however, the vehicle rolled after exiting the installation.		Fail											
E.	Must smoothly redirect vehicle	Vehicle was smoothly redirected		Pass											
F.	Effective coefficient of friction: <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 - .25</td> <td style="text-align: center;">Good</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.26 - .35</td> <td style="text-align: center;">Fair</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">>.35</td> <td style="text-align: center;">Marginal</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	0 - .25	Good	.26 - .35	Fair	>.35	Marginal	<table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>μ</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Assessment</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.55</td> <td style="text-align: center;">Marginal</td> </tr> </table>	<u>μ</u>	<u>Assessment</u>	.55	Marginal	Pass
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>														
0 - .25	Good														
.26 - .35	Fair														
>.35	Marginal														
<u>μ</u>	<u>Assessment</u>														
.55	Marginal														
G.	Shall be less than: <u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> Longitudinal Lateral 9.2 (30) 7.6 (25) <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> Longitudinal Lateral 15 15	<u>Occupant Impact Velocity - m/s (ft/s)</u> Longitudinal Lateral 3.2 (10.5) 3.8 (12.5) <u>Occupant Ridedown Accelerations - g's</u> Longitudinal Lateral -2.2 4.6	N/A												
H.	Exit angle shall be less than 12 degrees	about 0 degrees		Pass											

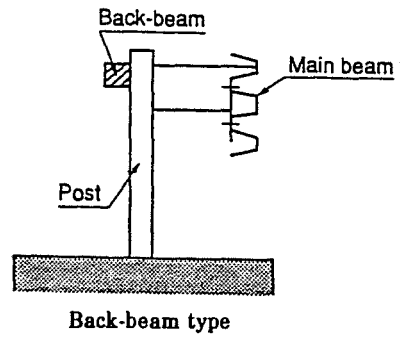
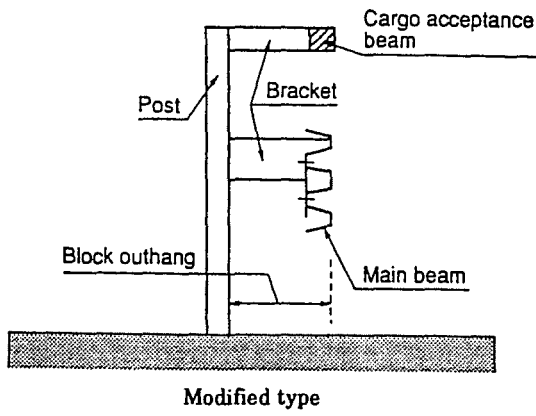
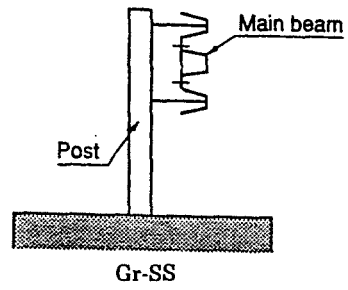
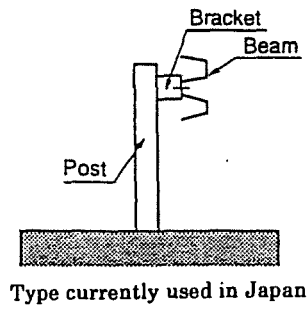
*A, B, and C are required. D, E, F, and H are desired. G is not applicable for this test.

Tabel C3. Proefresultaten betonnen barrier, type parapet, met de trekker met oplegger.

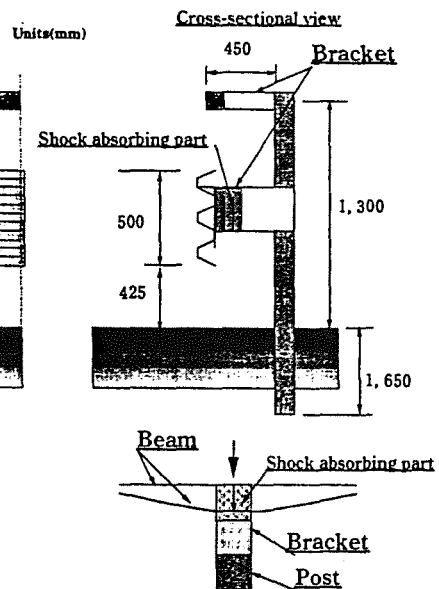
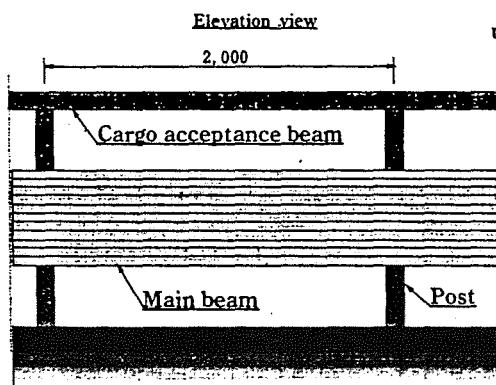
Bijlage D

Afbeelding D1 t/m D2

Tabel D1 t/m D2



Afbeelding D1. *Beproeftde stalen constructies.*



Afbeelding D2. *Gemodificeerd type 2 constructie.*

	Class	Vehicle type	Vehicle weight W	Impact velocity V	Impact angle θ	Impact severity IS
Impact conditions for this investigation	SS	Normal truck	20,000 (kg)	100 (km/h)	20 (°)	902 (kJ)
		Small passenger car	1,100 (kg)	140 (km/h)		92 (kJ)
Current Japanese impact standards	S	Normal truck	14,000 (kg)	80 (km/h)	15 (°)	232 (kJ)
		Small passenger car	3,500 (kg)			58 (kJ)
	A	Normal truck	14,000 (kg)	60 (km/h)		130 (kJ)
		Small passenger car	3,500 (kg)			33 (kJ)
	B	Normal truck	14,000 (kg)	40 (km/h)		58 (kJ)
		Small passenger car	3,500 (kg)			14 (kJ)
	C	Normal truck	14,000 (kg)	35 (km/h)		44 (kJ)
		Small passenger car	3,500 (kg)			11 (kJ)

$$\text{Impact severity} = \frac{W}{2g} (V \times \sin \theta)^2 \dots (1)$$

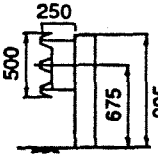
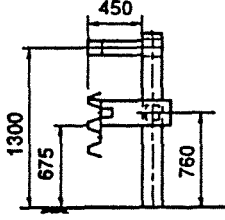
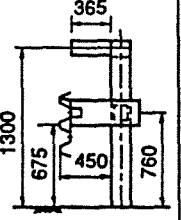
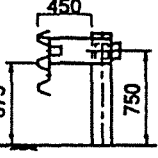
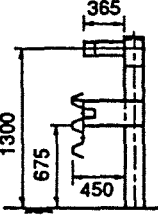
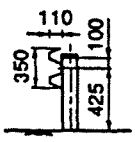
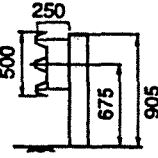
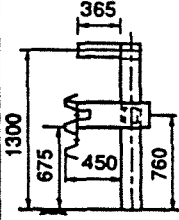
W: vehicle weight (t)

θ : impact angle (°)

V: impact velocity (m/s)

g: acceleration of gravity (m/s²)

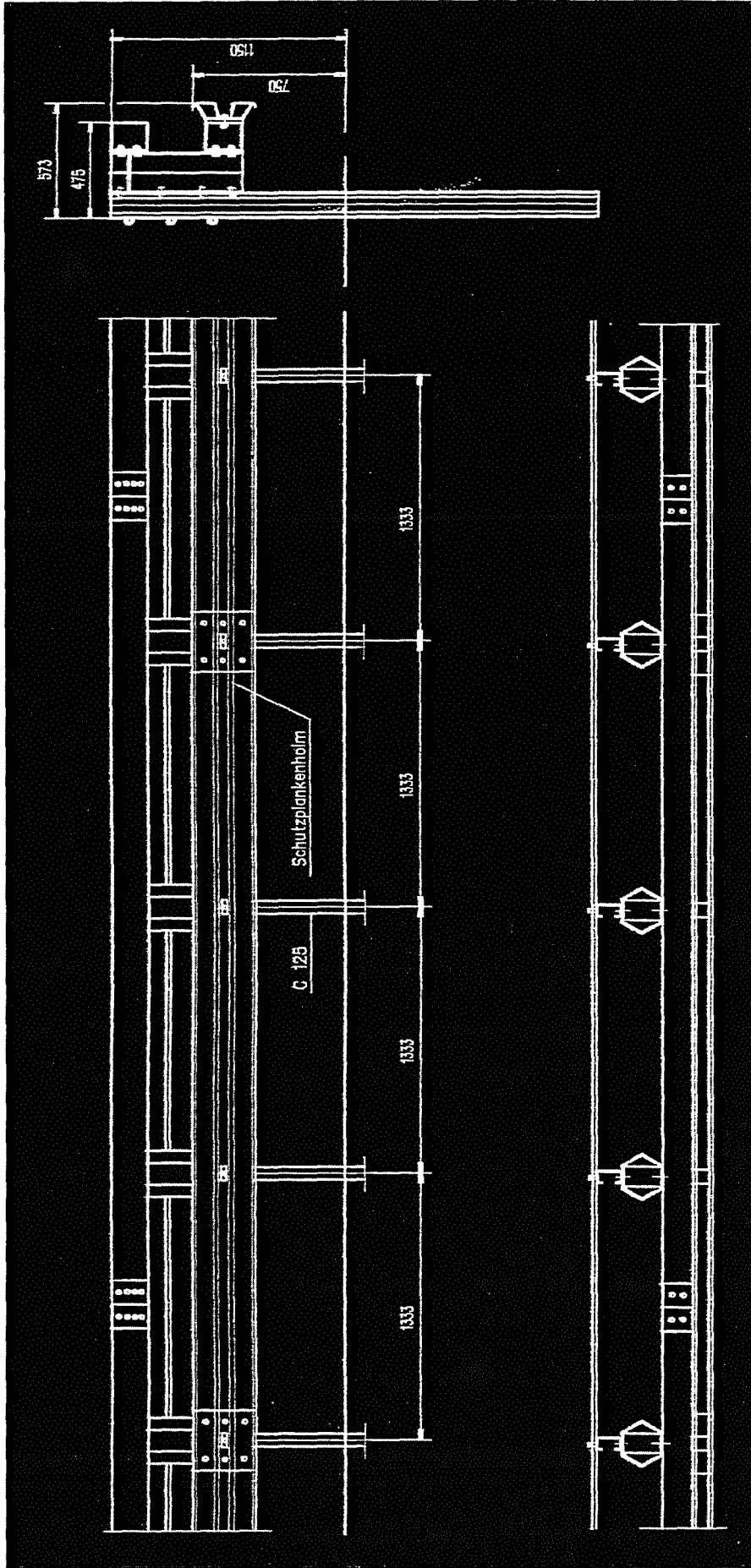
Tabel D1. Proefvoertuigen en inrijcondities stalen constructies.

Test No.	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9		
Vehicle type	Large truck						Small passenger car				
Barrier	Gr-SS	Gr-SS Modified Type 1	Gr-SS Modified Type 1	Gr-SS Modified Type 2	Gr-SS back-beam type	Gr-SS Modified Type 3	Gr-A'	Gr-SS	Gr-SS Modified Type 2		
Test setup	Sectional plan										
	Post dimensions (mm)	∅139.8x4.5	□100x100x6.0			∅139.8x4.5	∅114.3x4.5	∅139.8x4.5	□100x100x6.0		
	Post spacing (m)	1	1		2	1	1.5	4	1	2	
	Weight (kg/m)	77.6	144.8		91.8	122.5	94.2	47.3	77.6	91.8	
Collision results	Vehicle weight (t)	20.0	20.0	20.0	20.5	20.0	20.0	1.1	1.1	1.1	
	Impact velocity (km/h)	100.1	100.0	100.0	100.0	99.6	100.0	138	139.5	139.5	
	Impact angle (°)	15	15	20	20	20	20	15	15	20	
	Impact severity (t-m) (kJ)	52.7 517	52.7 517	92.1 903	94.4 925	91.4 896	92.1 903	5.6 55	5.7 56	9.9 97	
	Exit velocity (km/h)	Tipped	88.9	76.9	79.5	Tipped	Tipped	Gilded	118.5	115	
Exit angle (°)	Tipped	6.2	9.8	7	Tipped	Tipped	Gilded	7	5.4		
Measurements	Contact length (mm)	Main beam	17.4	11.5	12.7	19.9	13.5	25.1	11.3	5.23	8.79
		Cargo acceptance beam	-	14.5	16.1	21.8	29.0	26.6	-	-	-
	Max. permanent displacement (mm)	1202	678	1086	1602	570	1832	680	90	177	
	Ave. horizontal force on pillar (t)	6.0	8.6	8.3	15.4	9.6	9.7	5.4	4.2	6.6	
	Max. tension (t)	Main beam	26.3	26.6	26.6	25.8	45.9	29.3	4.5	8.0	-
		Cargo acceptance beam	-	14.5	12.3	24.4	10.6	37.5	-	-	-
	Acceleration at vehicle COG for first 50 ms (g)	Direction of Travel (X)	-4.4	1.8	2.0	1.6	-	-	3.3	3.2	6.7
		Normal direction to Travel (Y)	3.2	4.2	2.1	1.5	-	-	7.9	-13.9	26.9
		Resultant	4.9	4.3	2.6	3.5	-	-	8.4	13.9	26.9
	HIC (driver's seat) (front passenger's seat)	14.8 7.3	6.5 146	50.5 22.8	8.3 11.3	- -	- -	424.3 535.7	651.8 1530.9	1311 902	
Test evaluation	Barrier strength	Insufficient strength overall	Much structural margin	Little structural margin	Very near performance limit	Insufficient beam height	Insufficient post strength	Insufficient block outting	Much guard rail rigidity	Much guard rail rigidity	
	Vehicle behavior	Broke through and tipped	Normal guidance	Normal guidance	Normal guidance	Tipped on road	Broke through and tipped	Gilded and tipped	Normal guidance	Normal guidance	
	Occupant safety	X	Good	Good	Good	-	X	X	X	X	
Overall evaluation	X	○	○	○	X	X	X	△	△		

Tabel D2. Proefresultaten stalen constructies.

Bijlage E

Afbeelding E1
Tabel E1 t/m E4



Abbeiding E1. Beproofde stalen constructie, type Maxi Rail.

type voertuig	massa [kg]	hoogte zwpt [m]	inrij-snelheid [km/u]	inrij-hoek [grd]	bots-energie [kJm]
Peugeot 205	907	0,54	100,1	20	41
MercedesB 1633 LS	37060	1,51	67,4	20	760

Tabel E1. *Inrijcondities proefvoertuigen.*

constructie	afmetingen lengte [m]	breedte [m]	hoogte [m]	paal afstand [m]
Maxi-Rail	92	0,573	1,150	1,333

Tabel E2. *Beproefde constructie.*

type voertuig	vertragingen				ASI	THIV [m/s]	contact lengte [m]	rijdbaar
	G _x [g]	G _y [g]	G _z [g]	G _{res} [g]				
Peugeot 205					1,13	9,43	3,13	nee
MercedesB 1633 LS					n.v.t.	n.v.t.	70	ja

Tabel E3. *Proefresultaten proefvoertuigen.*

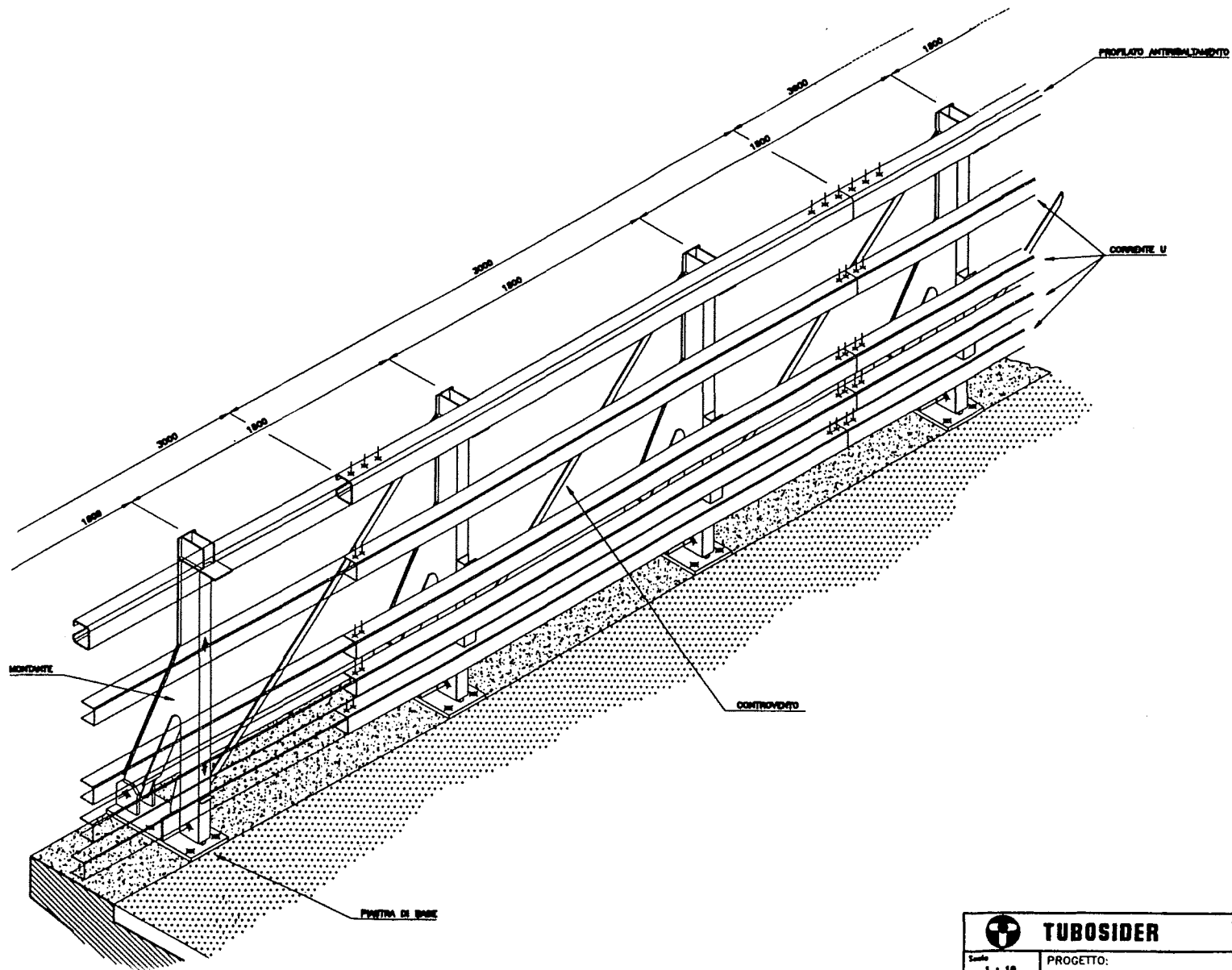
type voertuig	uitbuiging/verplaatsing			working width
	dyn [m]	stat [m]	langs [m]	
Peugeot 205	0,16	0,10	-	W2
MercedesB 1633 LS	1,65	1,34	0,01	W7

Tabel E4. *Proefresultaten constructie.*


Bijlage F

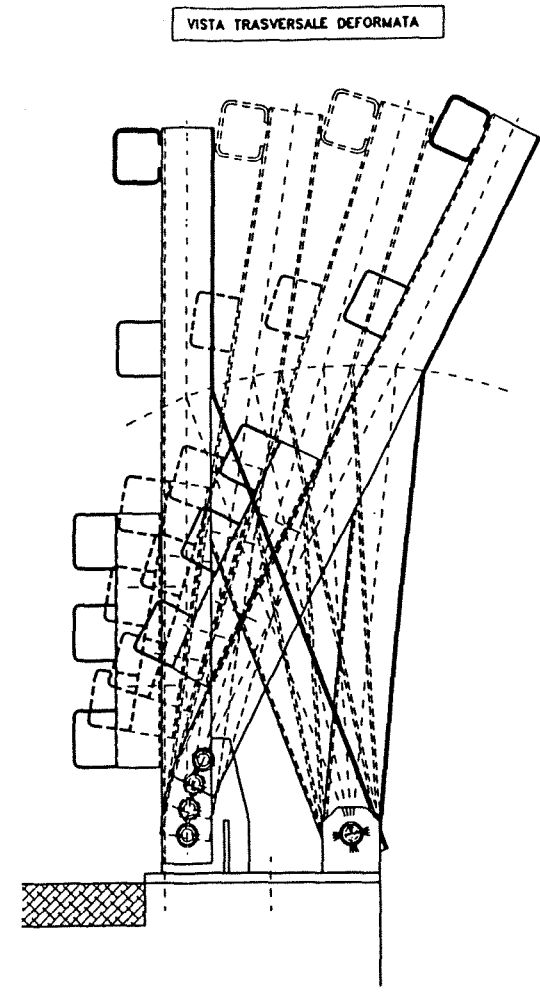
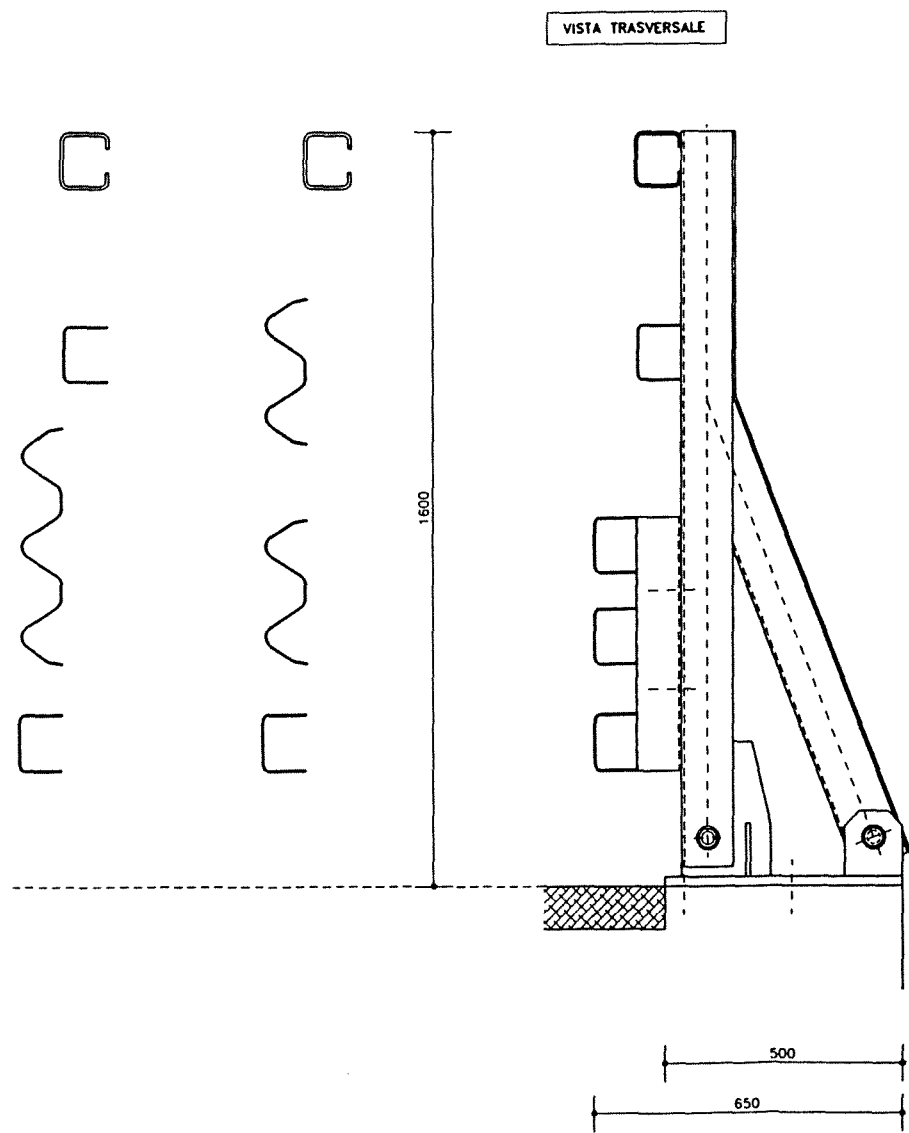
Afbeeldingen F1 t/m F2

Tabellen F1 t/m F2




Afbeelding F1. Schematische weergave beproefde stalen constructie, type Variable Geometry Crash Barrier.

 TUBOSIDER		TUBOSIDER ITALIANO S.p.A. ASTI - ITALIA Telefono 0141/418411
Scala 1 : 10	PROGETTO:	Progettato <i>Rivile</i>
Data 04/10/74	BARRIERA STRADALE GEOMETRIA VARIABILE	Rit. ordine /
Modificata	VISTA ASSONOMETRICA	Disegno n. 000-0311/



Afbeelding F2. Mogelijke uitvoeringsvormen stalen constructie, type Variable Geometry Crash Barrier.

 TUBOSIDER		TUBOSIDER ITALIANA S.p.A. Via ... Teléfono 0121/711011
Scale 1:2 - 1:5	PROGETTO: BARRIERA STRADALE A GEOMETRIA VARIABILE	Projector Visto
Data 21/07/94		Disegno n. 050-0311
Modificato 05/10/95		scelto da ...

type voertuig	massa [kg]	hoogte zwpt [m]	inrij- snelheid [km/u]	inrij- hoek [grd]	bots- energie [kNm]
Peugeot205 rally 1,3	880	0,56	100,5	20	
Saviem PS 30	38950	1,46	66	19	

Tabel F1. *Inrijcondities proefvoertuigen.*

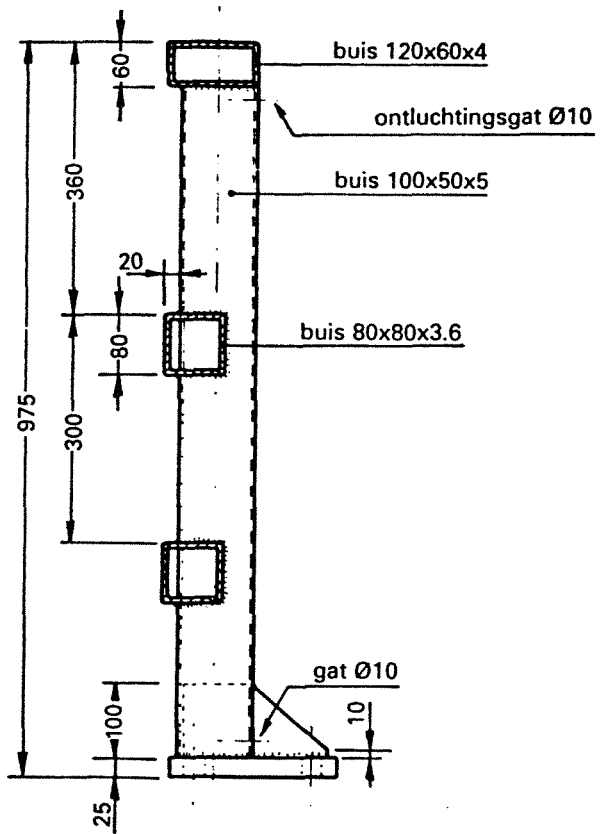
type voertuig	vertragingen				ASI	THIV [m/s]	PHD [g]	uitb stat [m]	W [m]
	G _x [g]	G _y [g]	G _z [g]	G _{res} [g]					
Peugeot205 rally 1,3				42,9	1,33	8,4	12,65	0,1	
Saviem PS 30	8,8	41,9	21,2	43,1				0,9	1,1

Tabel F2. *Proefresultaten.*

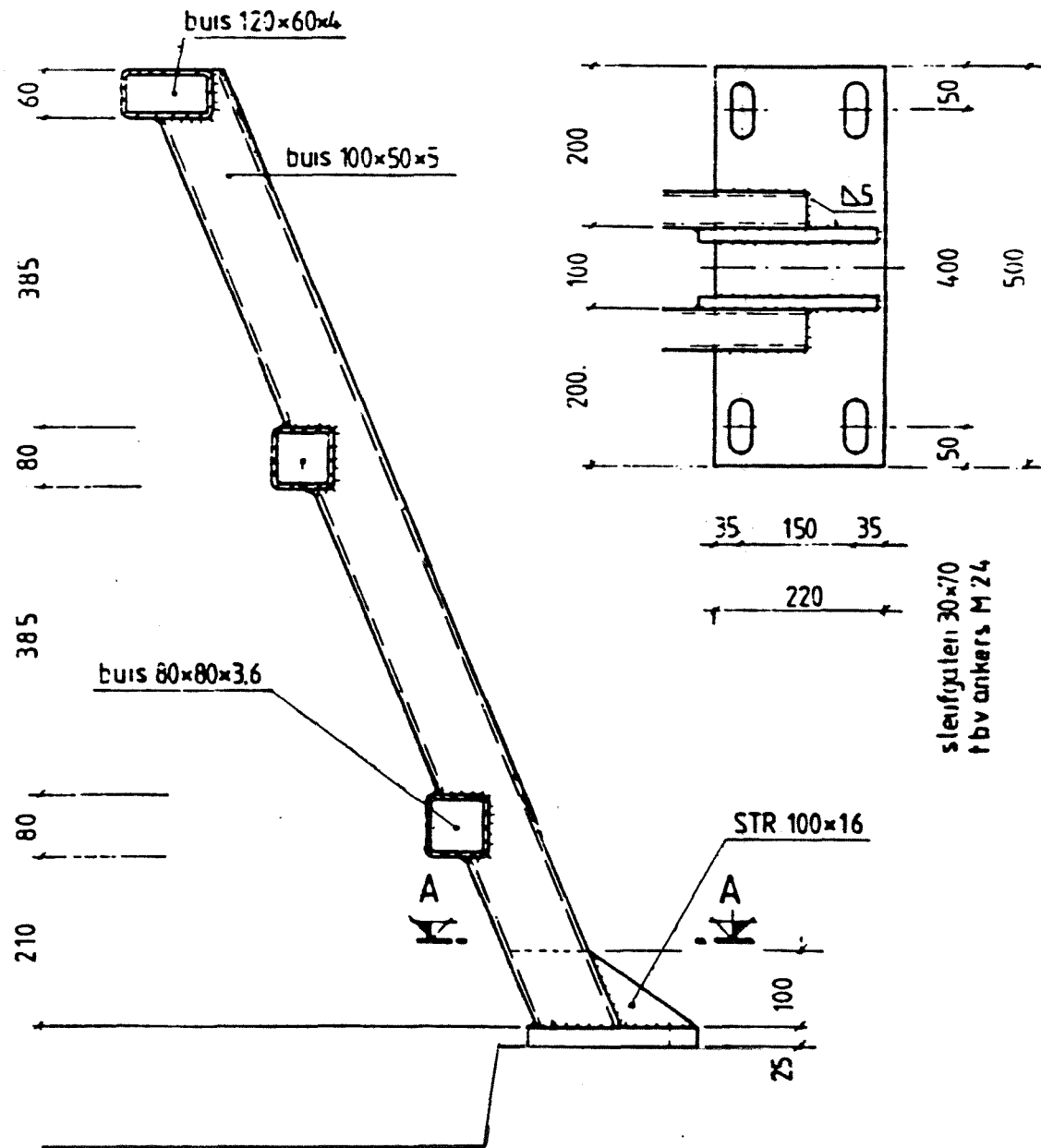
Bijlage G

Afbeelding G1 t/m G3

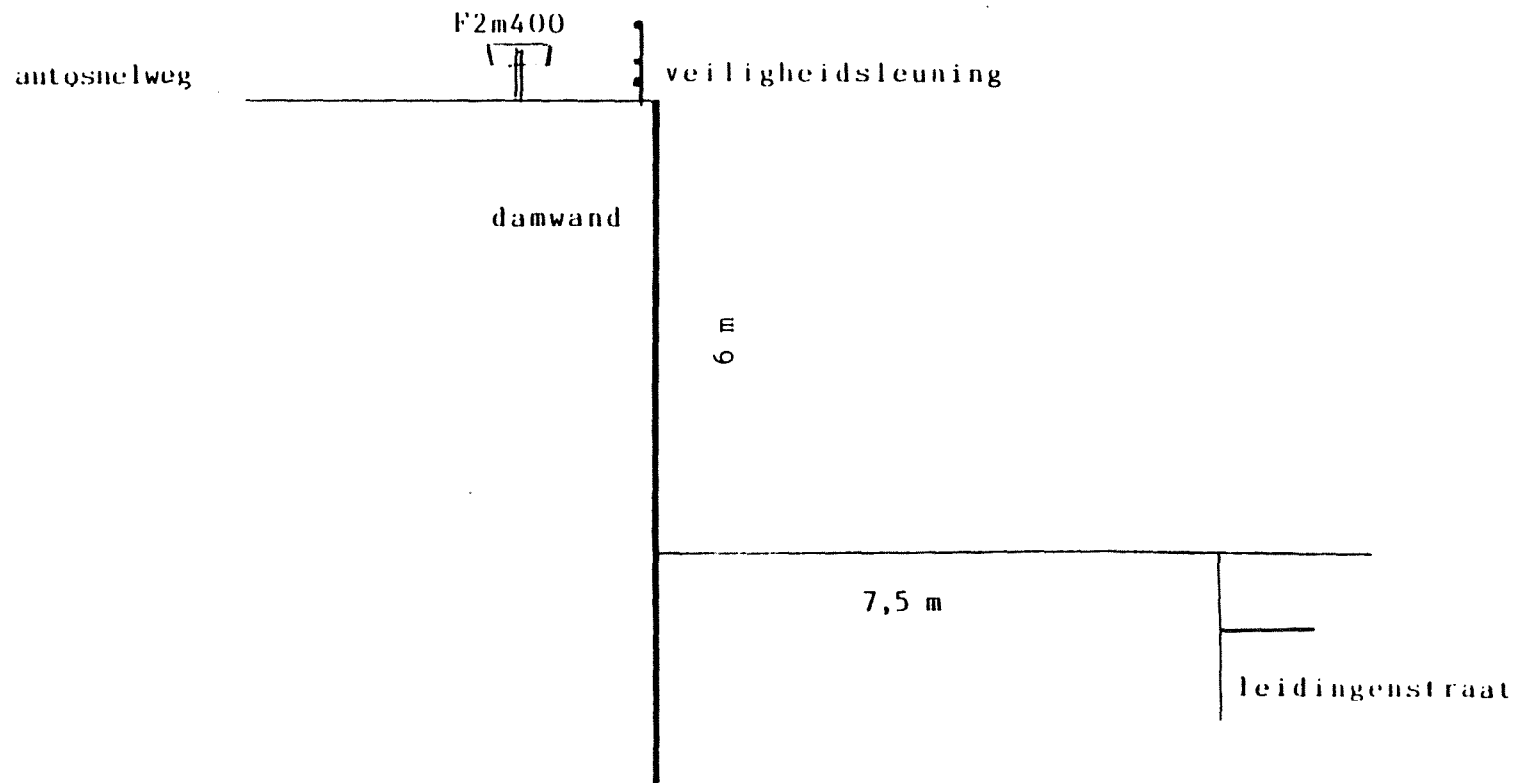
Tabel G1 t/m G2



Afbeelding G1. Oorspronkelijke veiligheidsleuning uit richtlijnen.



Afbeelding G2. Veiligheidsleuning na aanbrengen verbeteringen.



Afbeelding G3. Schematisch overzicht van de plaats van de leuning op de damwand.

type voertuig	massa [kg]	hoogte zwpt [m]	inrij-snelheid [km/u]	inrij-hoek [grd]	bots-energie [kNm]
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	15	402
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	10	181
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	15	402
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	10	181
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	10	181
vrachtauto	30000	n.a.	71,4	15	402
vrachtauto	30000	n.a.	90	15	628
vrachtauto	40000	n.a.	90	15	837
trekker met oplegger	32500	n.a.	90	15	680
trekker met oplegger	36500	n.a.	90	15	764
trekker met oplegger	50000	n.a.	90	15	1047

Tabel G1. Inrijcondities proefvoertuigen.

simulatie nr	snelheid van neerkomen richting				plaats van neerkomen*		constr type
	V_x [km/u]	V_y [km/u]	V_z [km/u]	V_{tot} [km/u]	boven [m]	onder [m]	
1						>7,5	A
2						<7,5	B
3						<7,5	B
4					boven		C
5					boven		D
6					boven		D
7	45	39	19	62		3,7	E
8	22	48	34	63		7,3	E
9					boven		E
lading 1	84	17	45	95		5,1	
lading 2	81	21	45	95		6,7	
10					boven		E
11	56	27	4	62		4,0	E

* gemeten van uit de damwand.

constructie type
A = oorspronkelijk ontwerp
B = A + koppelen elementen + bredere voetplaat
C = B + 30 grd vooroverhellend
D = C + constructiehoogte 1,4 m, 23 grd hellend
E = D + constructie op 15 cm hoge afwerkrand

Tabel G2. Proefresultaten.

Bijlage H

Afbeelding H1 t/m H8

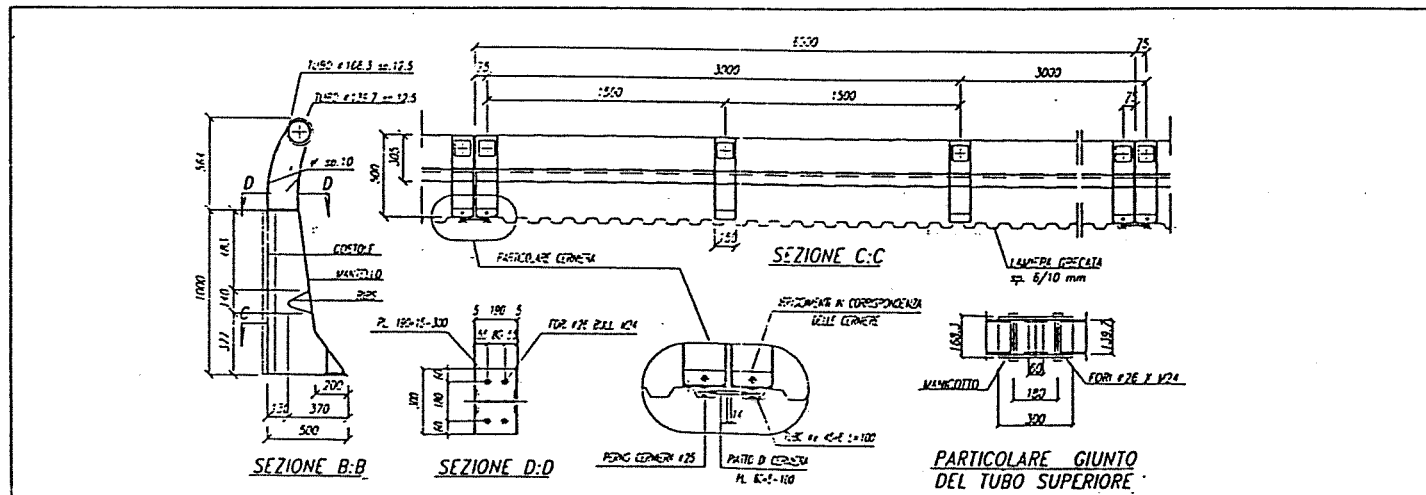
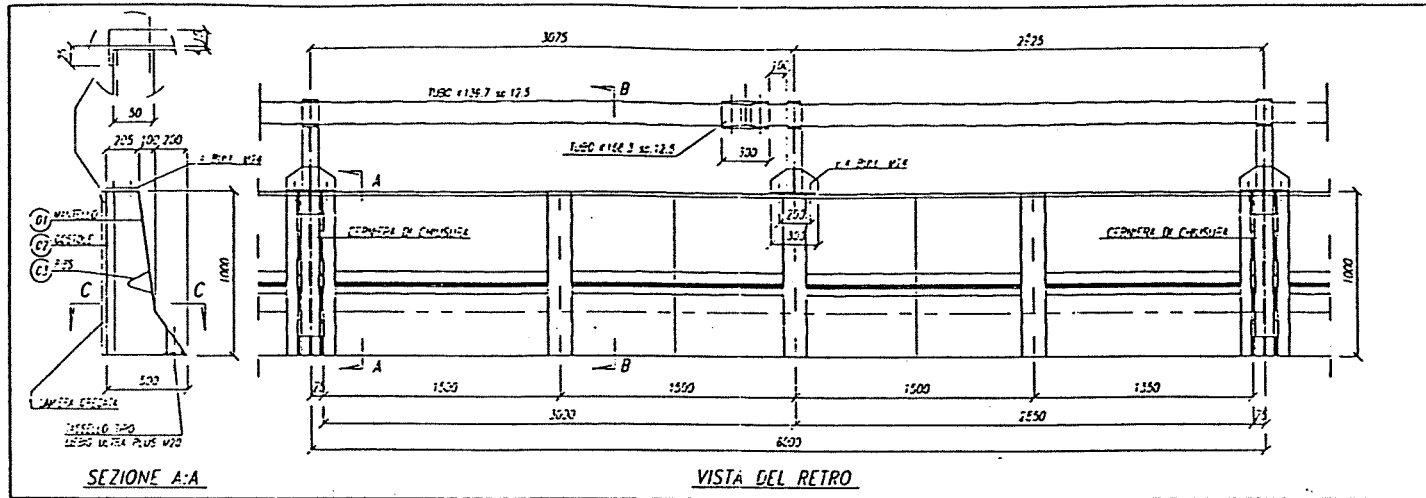
Tabel H1 t/m H3

TYPE OF BARRIER

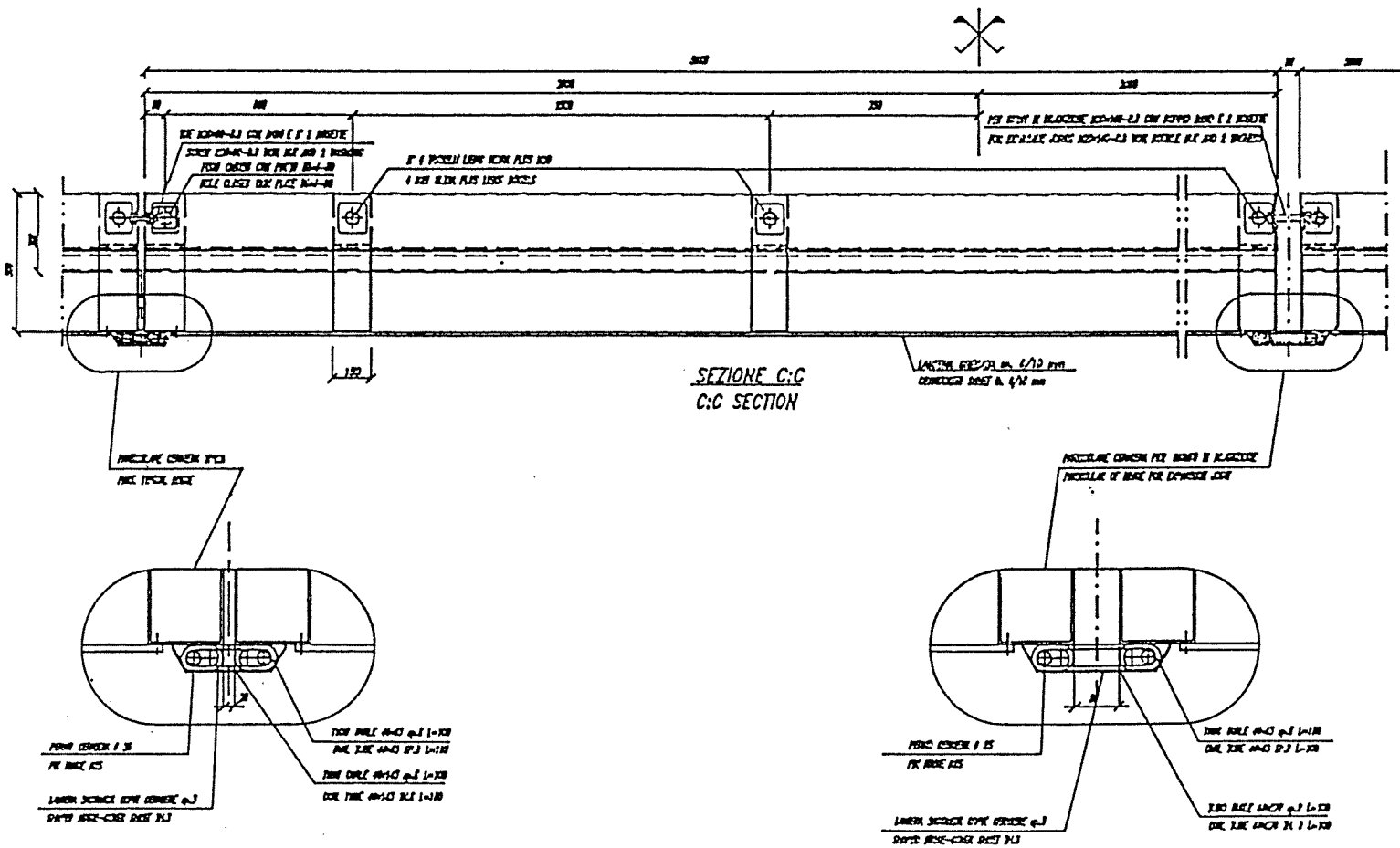
Steel NJ with pin

TYPE OF CONNECTION

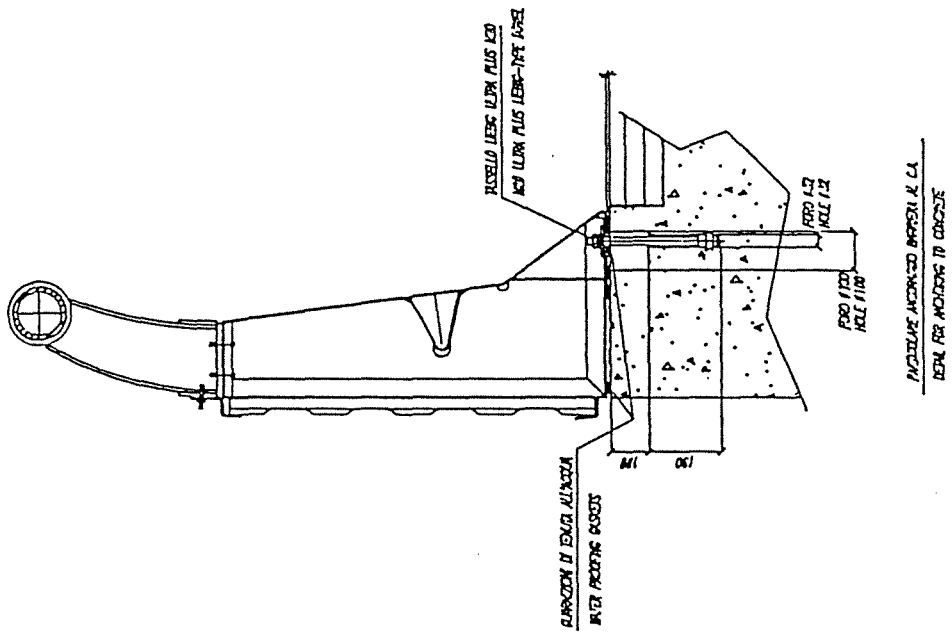
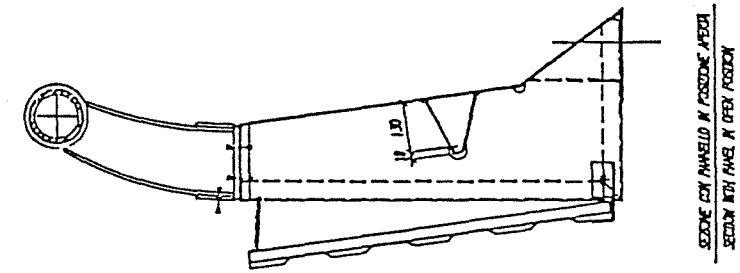
Dowels LIEBIG M16



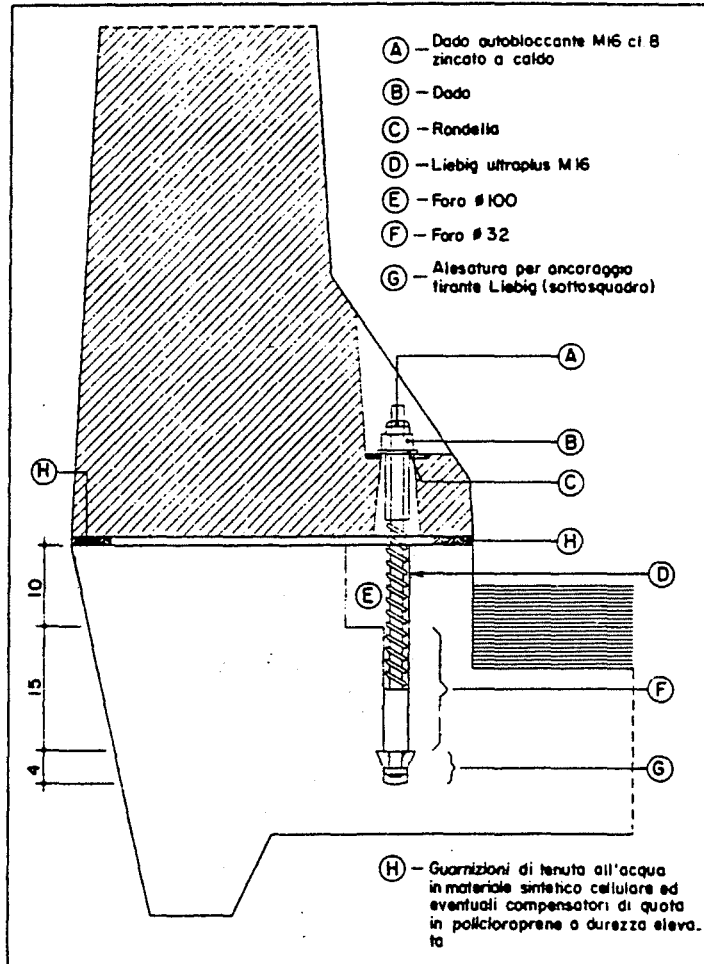
Afbeelding H1. Overzichtstekening beproefde stalen NJ-barrier.



Afbeelding H2. Overzicht koppeling tussen elementen stalen NJ-barrier.



Abbeelding H3. Doorsneden beproefde stalen NJ-barrier.



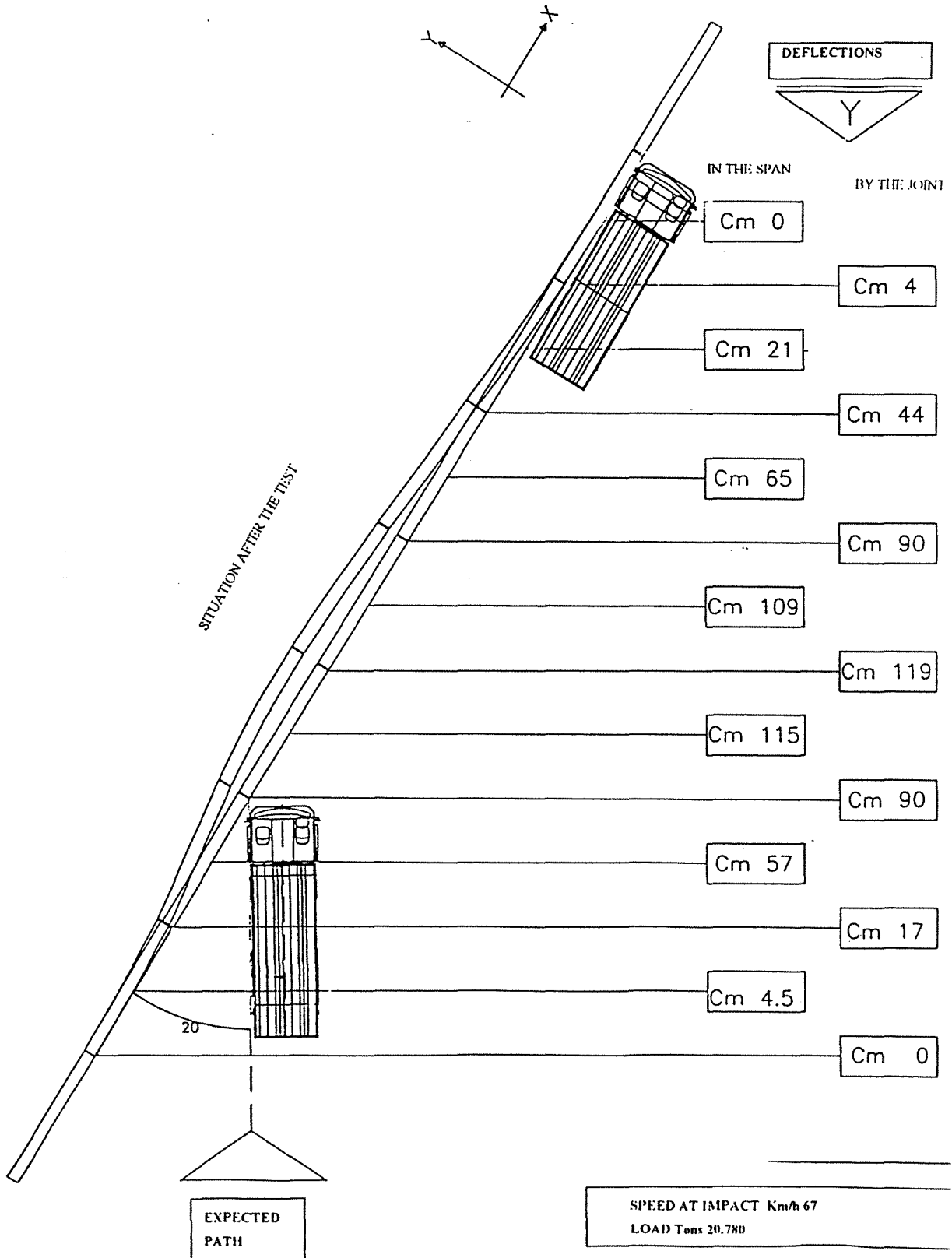
Afbeelding H4. Overzicht verankering NJ-barrier aan brugdek m.b.v. Liebig ankerbout.

TEST
Nr. 90

DATE
10/09/92

TYPE OF VEHICLE
FIAT 693 NI

ANGLE OF IMPACT	
EXPECTED	20°
REAL	20°



Afbeelding H5. Overzicht NJ-barrier voor de aanrijding en na de aanrijding.

TEST
Nr. A7

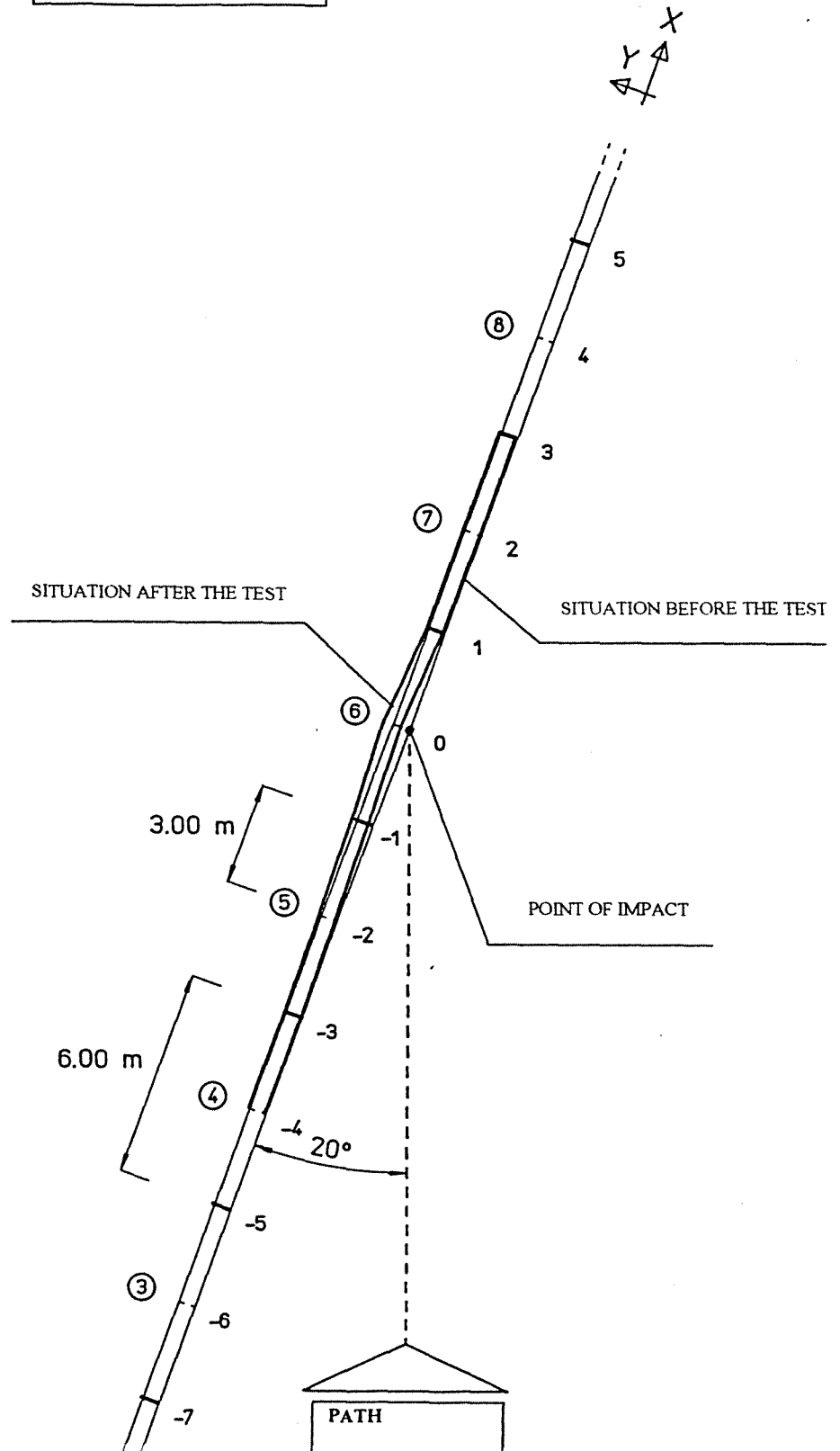
DATE
24/02/94

TYPE OF VEHICLE
FIAT 690 NI - 4 AXLES

SPEED AT IMPACT 80 km/h
LOAD 16340 kg

ANGLE OF IMPACT
EXPECTED 20°
REAL 20°

DEFLECTIONS NJ FOOT (cm)	
N	dY
-7	0
-6	0
-5	0
-4	0
-3	0
-2	3
-1	10
0	22
1	2
2	0
3	0
4	0
5	0



Afbeelding H6. Overzicht NJ-barrier voor de aanrijding en na de aanrijding.

TEST
Nr. C2

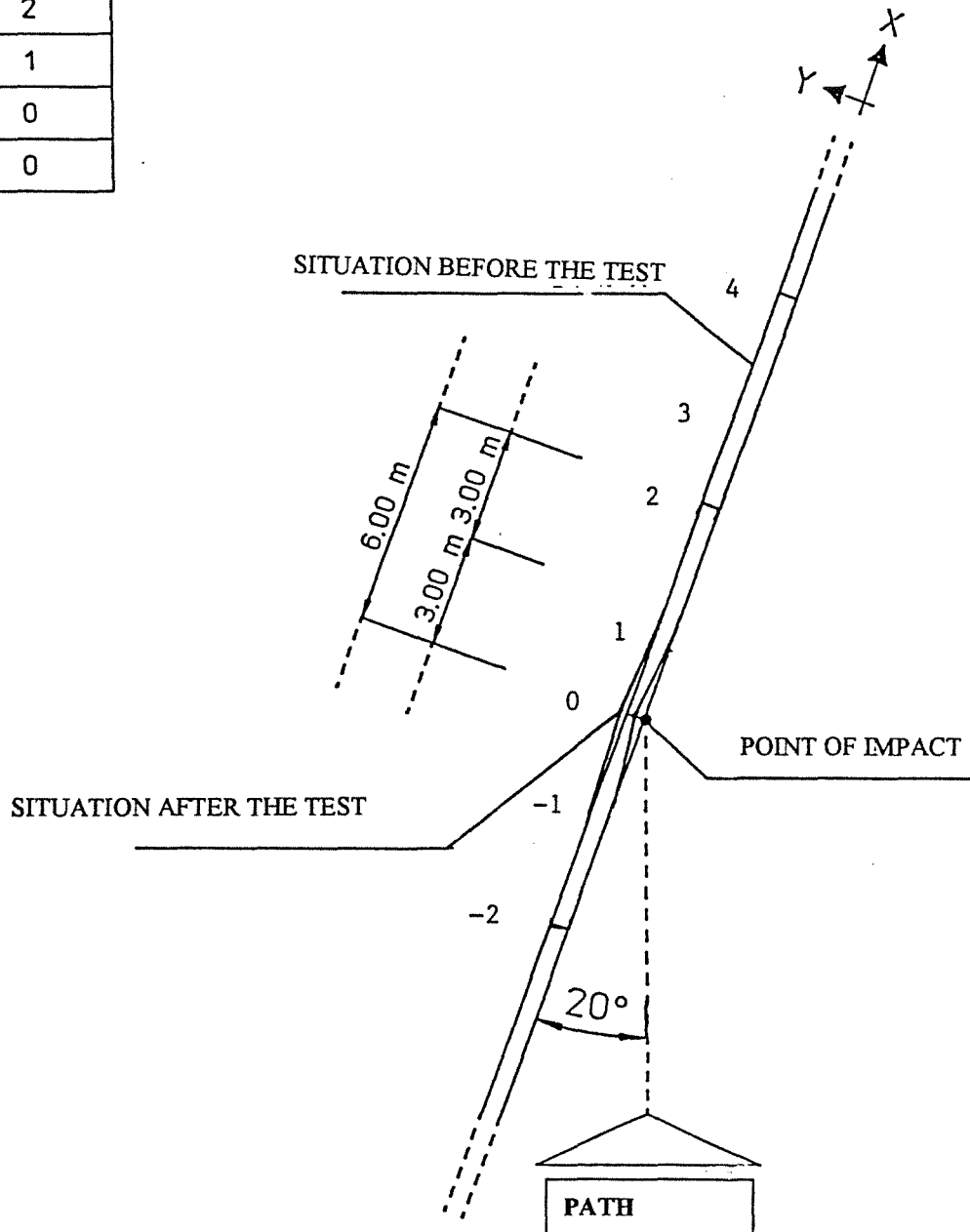
DATE
20/10/94

TYPE OF VEHICLE
FLAT 131

SPEED AT IMPACT	100.4 km/h
LOAD	984.5 kg

ANGLE OF IMPACT	
Expected	20°
Real	20°

DEFLECTIONS NJ HEAD (cm)	
N	dY (cm)
-	0
0 _s	2
0 _d	1
1	0
2 _s	0



Afbeelding H7. Overzicht NJ-barrier voor de aanrijding en na de aanrijding.

TEST
Nr. C3

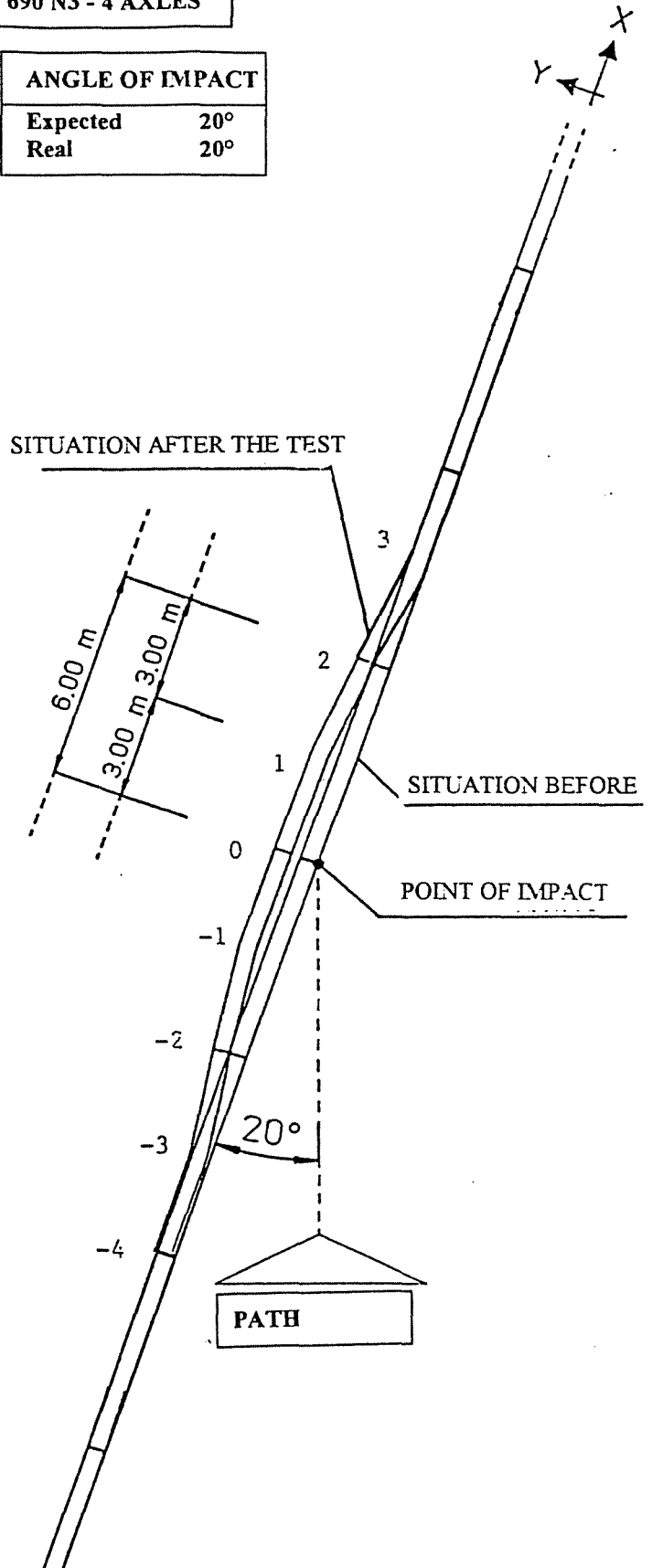
DATE
21/10/94

TYPE OF VEHICLE
FIAT 690 N3 - 4 AXLES

SPEED AT IMPACT 72.30 km/h
LOAD 27200 kg

ANGLE OF IMPACT
Expected 20°
Real 20°

DEFLECTIONS (dY) NJ HEAD AND FOOT (dy')		
N	dY (cm)	dY' (cm)
-4	0	0
-3	1	1
-2 _a	7	6
-2 _d	5	6
-1	24	7
0 _a	40	18
0 _d	40	17
1	23	6
2 _a	2	1
2 _d	1	0
3	0	0



Afbeelding H8. Overzicht NJ-barrier voor de aanrijding en na de aanrijding.

test nr.	type voertuig	massa [kg]	hoogte zwpt [m]	inrij-snelheid [km/u]	inrij-hoek [grad]	bots-energie [kJNm]
90	FIAT 693 N1	20780	1,48	67	20	429
A7	FIAT 690 N1	16430	1,31	80	20	472
C2	FIAT 131	985	0,548	100	20	45
C3	FIAT 690 N3	27200	1,37	72	20	642

Tabel H1. *Inrijcondities proefvoertuigen.*

NJ-bar staal element	afmetingen			met leuning [m]	plaat dikte [mm]	anker bout	bout afstand [m]
	lengte [m]	breedte [m]	hoogte [m]				
brug (90) midden (A7)	6	0,5	1	1,56	4	Liebig M16	1,5
brug (C2,C3)	6	0,5	1	1,56	4	Liebig Ultra Plus M20	1,5

Tabel H2. *Beproefde constructies.*

test nr.	Schade barri�er lengte	aantal elementen verplaatst	aantal ankerbouten gebroken	uitrij hoek
90	42	5	23	na
A7	12	4	-	5
C2	?	2	?	?
C3	20	4	4	7

Tabel H3. *Proefresultaten.*

