

STALEN GELEIDEBARRIER MET NEW JERSEY PROFIEL

Simulatie-onderzoek naar de veiligheid van stalen New Jersey barriers

R-90-7

Ing. W.H.M. van de Pol

Leidschendam, 1990

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INHOUD

Voorwoord

1. Inleiding
2. Criteria
3. Constructie
4. Simulaties
 - 4.1. Opzet en uitvoering
 - 4.2. Resultaten
5. Vergelijking van de verplaatsbare stalen New Jersey barrier met andere beveiligingsconstructies
6. Conclusies
7. Aanbevelingen

Literatuur

Afbeeldingen 1 t/m 7

Bijlage

VOORWOORD

Dit rapport doet verslag van een onderzoek om via enkele simulaties met een personenauto en een vrachtwagen de veiligheid vast te stellen van een stalen geleidebarrier voor tijdelijke, bijzondere omstandigheden.

Het verslag van het onderzoek, dat is uitgevoerd in opdracht van de Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat, is samengesteld door ing. W.H.M. van de Pol.

INLEIDING

De Directie Bruggen van de Rijkswaterstaat heeft een stalen geleidebarrier ontwikkeld (met een New Jersey profiel) voor toepassing in de wisselrijstroken op enkele brugdekken van Rijksweg 1 (A1: Amsterdam-Muiden). Het is de bedoeling deze stalen barrier bij tijdelijke, bijzondere omstandigheden op autosnelwegen ook op andere plaatsen toe te passen.

De veiligheidsaspecten van deze constructie, zoals de optredende vertragingen van botsende voertuigen, de verplaatsing van de barrier in laterale richting, moeten nog worden onderzocht.

Om redenen van gewichtsbesparing is de barrier van staal gemaakt en niet van beton (reductiefactor 5,5). In de literatuur zijn echter alleen resultaten van full-scale tests op betonnen New Jersey barriers te vinden. Er kunnen dan ook alleen simulaties worden uitgevoerd ter beoordeling van de veiligheid van de constructie.

2. CRITERIA

De stalen New Jersey barrier is een vervormbare constructie. De eisen die aan de geleiderailconstructies worden gesteld gelden dus ook voor de stalen New Jersey barrier. Deze eisen zijn:

1. Het botsende voertuig mag niet door de constructie heen breken, er over heen rijden of kantelen, dan wel er onder door schieten.
2. Letsel van de inzittenden en schade aan de constructie en aan het voertuig moeten zo beperkt mogelijk blijven.
3. Het voertuig mag niet door de constructie in de eigen verkeersstroom worden teruggekaatst.
4. De constructie moet na een aanrijding zijn werking zo veel mogelijk blijven behouden.

Afbeelding 1 geeft een overzicht van de situatie ter plaatse van de wisselrijsstrook op een brugdek. De ruimte tussen de barrier en de binnenkant kantstreep bedraagt aan de rijbaanzijde 75 cm en aan de zijde van de wisselrijsstrook 100 cm.

De optredende vertragingen moeten voldoen aan het $ASI \leq 1,6$ criterium in het zwaartepunt (1) van het voertuig. Voor de personenauto zijn ook de ASI-waarden van de bestuurder (2) en de passagier (3) links achter gegeven. Voor de vrachtwagen van de bestuurder (2) en bijrijder (3).

N.B. Omdat het ASI-criterium nog niet op een wetenschappelijk geheel verantwoorde wijze is vastgesteld, dient zij met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd (Bijlage 1). Vergelijking van de ASI-waarden met de ASI-waarden van andere geleidesystemen is wel goed mogelijk en geeft een goede onderlinge rangschikking.

3. CONSTRUCTIE

Het profiel van deze stalen barrier is gelijk aan de bestaande betonnen New Jersey barrier. De constructie is opgebouwd uit met bouten aan elkaar bevestigde elementen van 6 meter lengte. De elementen zijn om de 1,5 meter versterkt door ingelaste platen en T-profielen (zie Afbeelding 2). Aan de T-profielen zijn draagbeugels gelast zodat de constructie ca. 1 cm boven het brugdek staat. De verbindingen worden met slobgaten uitgevoerd om in het werk de montage van de elementen aan elkaar te vereenvoudigen en het plaatsen in bogen mogelijk te maken.

Om de invloed van de speling in de boutgaten en de slobgaten op de uitbui-
ging van de constructie zo klein mogelijk te maken, worden in de verbin-
dingen voorspanbouten toegepast. Door het toepassen van de voorspanbouten
wordt de invloed van de speling tot een minimum terug gebracht en kunnen
de verbindingen in de simulatie als stijf worden beschouwd. De constructie
is niet aan het brugdek verankerd.

De wrijvingscoëfficiënt tussen de stalen draagbeugel en het brugdek is op
0,3 gesteld (gemiddelde waarden uit wetenschappelijke handboeken).

Tabel 1 geeft een overzicht van de parameters van de gesimuleerde stalen
New Jersey barrier.

De lengte van de gesimuleerde constructie is gebaseerd op de lengte van
tijdelijke voorzieningen en is dus relatief klein.

4. SIMULATIES

4.1. Opzet en uitvoering

Voor de beoordeling van de veiligheid van de stalen New Jersey barrier zijn twee voertuigen geselecteerd, nl. een middenklasse personenauto met een massa van 990 kg en een beladen vrachtwagen met een totale massa van 10.000 kg. De inrijconditie is voor de personenauto 100 km/uur en 20 graden en voor de vrachtwagen 80 km/uur en 15 graden.

Als criteria voor de beoordeling van de simulaties gelden de ASI-waarden van de voertuigen in het zwaartepunt en de dynamische uitbuiging van de constructie tijdens de aanrijding. Deze ASI-waarden, een maximale gewogen som van de gelijktijdig optredende lineaire versnellingen in het betreffende punt van het voertuig, zijn ook voor de beide voertuigen op de plaats van bestuurder en passagier of bijrijder berekend.

4.2. Resultaten

De constructie vertoont bij de aanrijding met de personenauto een vloeiende uitbuiging, waarbij de maximale dynamische uitbuiging 65 cm bedraagt en de hele lengte van de constructie in werking is. De uiteinden van de niet-verankerde constructie ondergaan hierbij relatief kleine verplaatsingen in zowel langs- als dwarsrichting (enkele cm's). De ASI-waarden voor de personenauto zijn met resp. 2 (zwaartepunt), 2 (bestuurdersplaats) en 3,6 (achterpassagier), veel hoger dan het $ASI \leq 1,6$ criterium voor inzittenden met een gordel. De rolhoek van het voertuig is groot, nl. 30 graden. Afbeelding 3 geeft een overzicht van het verloop van de aanrijding.

De aanrijding met de vrachtwagen geeft een totaal ander beeld te zien (Afbeelding 4). De ASI-waarden voor zwaartepunt, bestuurder en bijrijder zijn resp. 0,2, 0,6 en 0,6 en daarmee veel lager dan het $ASI \leq 1$ criterium voor inzittenden zonder gordel.

De constructie wordt wel over zijn gehele lengte zijdelings verplaatst. De daarbij behorende dynamische uitbuiging is groot, nl. 289 cm. Na ca. 0,8 seconde na het begin van de botsing is de vrachtwagen parallel aan de constructie teruggeleid en botst het achtereind van het voertuig tegen de constructie, waardoor de vrachtwagen de constructie nog verder opzij drukt. Het gedeelte van de constructie dat zich nu nog vóór de vrachtwagen be-

vindt is te kort en heeft te weinig massa om de vrachtwagen terug naar de rijbaan te leiden.

Na 2,5 seconde beweegt de vrachtwagen zich daardoor nog steeds parallel aan de constructie waarbij de uitbuiging gehandhaafd blijft en de constructie voor het voertuig opzij geschoven wordt.

Op grond van deze simulatie constateren we dat de stijfheid van deze constructie met een relatief lage massa per lengte-eenheid en een geringe wrijving tussen constructie en wegdek te kleine traagheids- en wrijvingskrachten opwekken om de vrachtwagen terug te leiden. Het bevestigen van de constructie aan het kunstwerk kan een oplossing zijn. In de vervolgfase kan dit worden onderzocht, waarbij tevens wordt nagegaan of elk element moet worden verankerd. Ook de sterkte van de verankering moet dan worden bepaald.

5. VERGELIJKING VAN DE VERPLAATSBARE STALEN NEW JERSEY BARRIER MET ANDERE BEVEILIGINGSCONSTRUCTIES

In Afbeelding 7 is een vergelijking gemaakt van de ernst van een aanrijding tegen een verplaatsbare stalen New Jersey barrier met de geleiderailconstructie en de starre betonnen constructie. Hiervoor is de ASI-waarde uitgezet tegen de laterale botsenergie. De gegevens zijn van zowel full-scale tests als van simulaties. De gegevens zijn alleen van personenauto's en gelden voor het zwaartepunt.

Uit de afbeelding blijkt dat een verplaatsbare stalen New Jersey barrier beter functioneert dan de starre betonnen New Jersey barrier (Schoon e.a., 1985), maar minder goed dan een stijve geleiderailconstructie. Dat de verplaatsbare stalen constructie minder goed reageert dan een stijve geleiderailconstructie (Schoon, 1985) ligt aan het feit dat de stalen betonnen constructie een grotere beginweerstand heeft voordat die gaat verplaatsen. In het begin reageert de constructie min of meer als een starre constructie.

6. CONCLUSIES

1. De stalen New Jersey barrier is sterk genoeg om de geselecteerde botsingen te doorstaan zonder bezwijken of kantelen.
2. De aanrijding met de vrachtwagen voldoet aan het algemeen geaccepteerde ASI-criterium $\leq 1,6$, de aanrijding met de personenauto overschrijdt dit criterium in ruime mate.
3. De voertuigen worden weliswaar niet teruggekaatst in de verkeersstroom, maar de optredende dynamische uitbuiging van de constructie is voor de vrachtwagen groot, hetgeen problemen kan opleveren op de weghelft voor tegemoetkomend verkeer.
4. Er zijn geen aanwijzingen van lokaal bezwijken van de constructie, waardoor kan worden aangenomen dat de (sterk zijdelings verplaatste) constructie ook na een aanrijding zijn werking blijft behouden.

Dit betekent derhalve dat de nu beproefde constructie bij aanrijdingen van personenauto's een goed alternatief kan zijn voor de betonnen New Jersey barrier, mits er enige ruimte beschikbaar is.

7. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

De grote dynamische uitbuiging bij de simulatie met een vrachtwagen wordt veroorzaakt door de (relatief) lage massa van de constructie die per tijd-eenheid bij de botsing wordt betrokken ten opzichte van die van de botsende voertuigen, alsmede door de lage wrijvingscoëfficiënt van de barriër met het wegdek.

Verder kan worden geconstateerd dat de uiteinden van de constructie, vooral bij aanrijding door vrachtvoertuigen, gedurende de aanrijding op de andere rijbaan kunnen geraken en dan een risico kunnen vormen voor het overige verkeer.

Er is, uitgaande van de bestaande constructie, een aantal reële mogelijkheden die tot een aanzienlijk betere werking van de constructie kunnen leiden. Daartoe wordt een tweede fase aanbevolen. In deze tweede fase zouden nog verschillende simulaties moeten plaatsvinden, zowel met de personenauto als met de vrachtwagen, onder overigens dezelfde botscondities, en waarbij het volgende wordt nagegaan:

- a. de invloed van verankering van de uiteinden van een korte constructie; zowel bij botsingen met de personenauto als met de vrachtwagen, waarbij de simulatie van de personenauto vooral dient om inzicht te verkrijgen in de mogelijke verdere toename van het versnellingsniveau van de inzittenden, terwijl de vrachtwagensimulatie vooral is gericht op beperking van de uitbuiging;
- b. de invloed van een grotere lengte van een niet-verankerde constructie, hierbij is alleen een vrachtwagensimulatie nodig om vast te stellen of er dan sprake is van een minder gevaarlijke beweging van de uiteinden van de constructie en of de uitbuiging beperkter is;
- c. de werking van een lange constructie die alleen aan het begin verankerd is; ook hierbij zal alleen een vrachtwagen worden gebruikt om te onderzoeken of de grote lengte kan worden opgevat als "pseudo verankering" die samen met de beginverankering de uitbuiging kan beperken;
- d. de invloed van meer dan één verankering, bij elk element afzonderlijk dan wel bij een aantal elementen, zowel bij botsingen met de personenauto als met de vrachtwagen;
- e. de sterkte van de verankering, hierbij is alleen een vrachtwagensimulatie nodig.

Tenslotte zijn er geen aanwijzingen gevonden dat er groot gevaar van lokaal bezwijken (knik) aanwezig is. Aanbevolen wordt verdere, meer gedetailleerde simulaties van lokale vervorming achterwege te laten.

LITERATUUR

- Schoon, C.C.; Pol, W.H.M. v.d. & Jordaan, D.J.R. (1985). Aanrijdingen met de betonnen geleideconstructies General Motors en New Jersey. R-85-64. SWOV, 1985.
- Schoon, C.C. (1985). Aanrijdingen met in stijfheid verschillende typen geleiderailconstructies. R-85-63. SWOV, 1985.

Stalen New Jersey barrier

Element lengte : 6 m
Massa per element: 600 kg
Aantal elementen : 27
Totale lengte : 162 m
Totale massa : 16200 kg

Samenvatting resultaten simulaties stalen New Jersey barrier

Personenauto:

Uitrijnsnelheid : 83 km/uur
Snelheidsverschil
Inrij/uitrij : 17 km/uur
Uitrijhoek : 1 grd
Rolhoek : 30 grd naar de constructie toe
ASI-waarden : 2 (zwaartepunt)
 : 2 (bestuurder)
 : 3,6 (achterpassagier)
Maximale uitbuiging : 65 cm

Vrachtwagen:

Uitrijnsnelheid : geen uitrijnsnelheid, voertuig parallel aan
 constructie
Rolhoek : 2 grd van de constructie af
ASI-waarden : 0,2 (zwaartepunt)
 : 0,6 (bestuurder)
 : 0,6 (bijrijder)
Maximale uitbuiging : 289 cm

Tabel 1. Gegevens simulaties stalen New Jersey barrier.

AFBEELDINGEN 1 T/M 7

Afbeelding 1. Overzicht plaatsing New Jersey barrier op brug.

Afbeelding 2. Stalen New Jersey barrier.

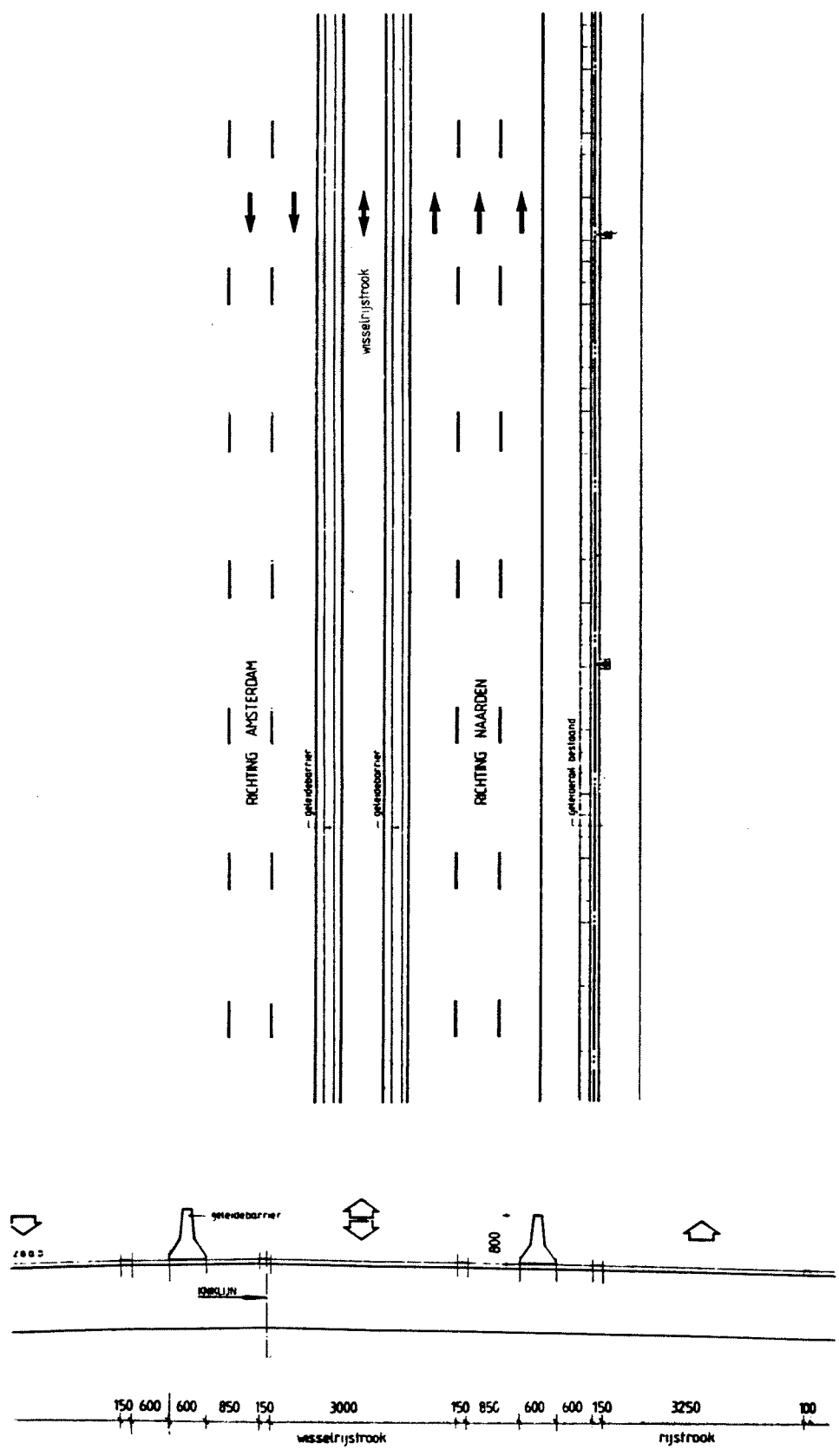
Afbeelding 3. Simulatie 1: personenauto; aanzicht botsing en bovenaanzicht aanrijding langs totale lengte constructie.

Afbeelding 4. Simulatie 2: vrachtwagen; invloedssfeer aanrijding langs totale lengte constructie (162 m).

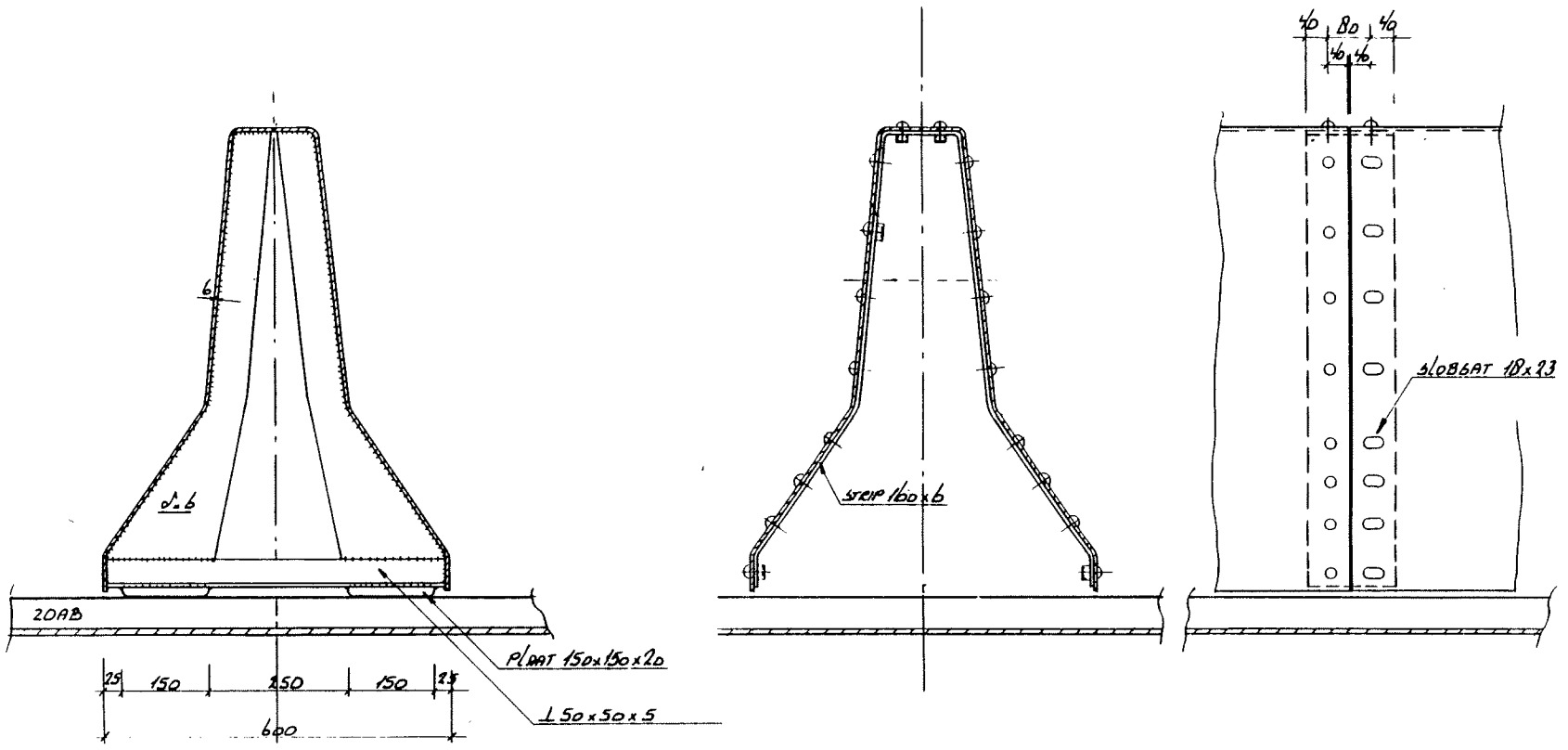
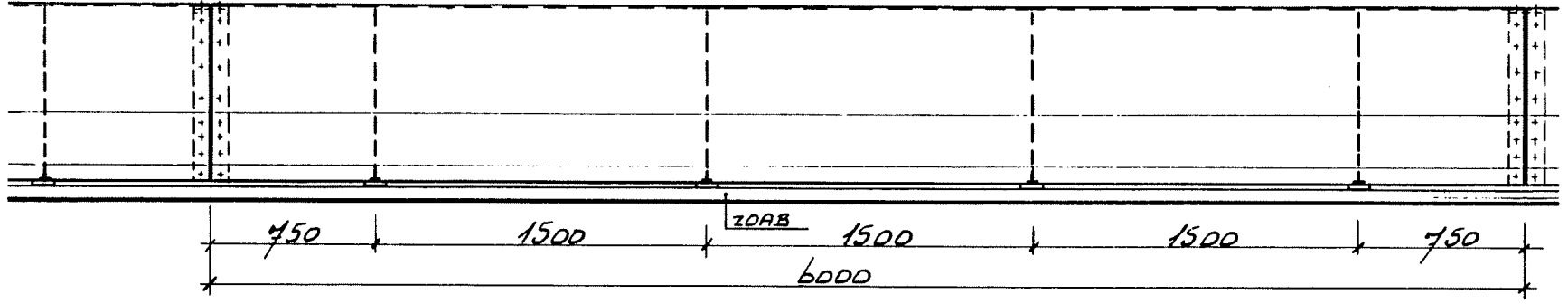
Afbeelding 5. Vertragingsswaarden zwaartepunt en ASI-waarden zwaartepunt (1), bestuurder (2) en passagier achter (3) bij Simulatie 1: personenauto.

Afbeelding 6. Vertragingsswaarden zwaartepunt en ASI-waarden zwaartepunt (1), bestuurder (2) en bijrijder (3) bij Simulatie 2: vrachtwagen.

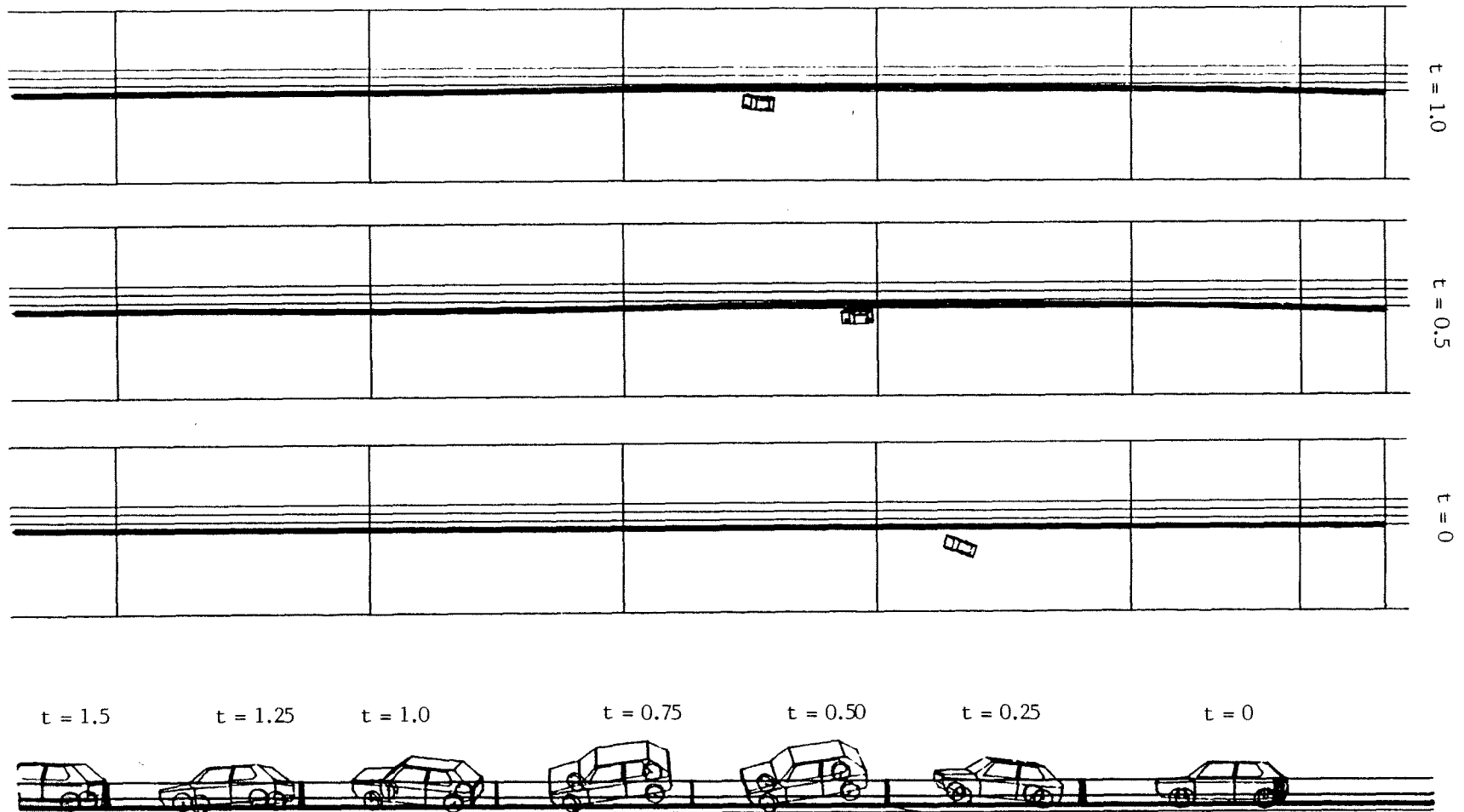
Afbeelding 7. Vergelijking van de verschillende geleidesystemen.



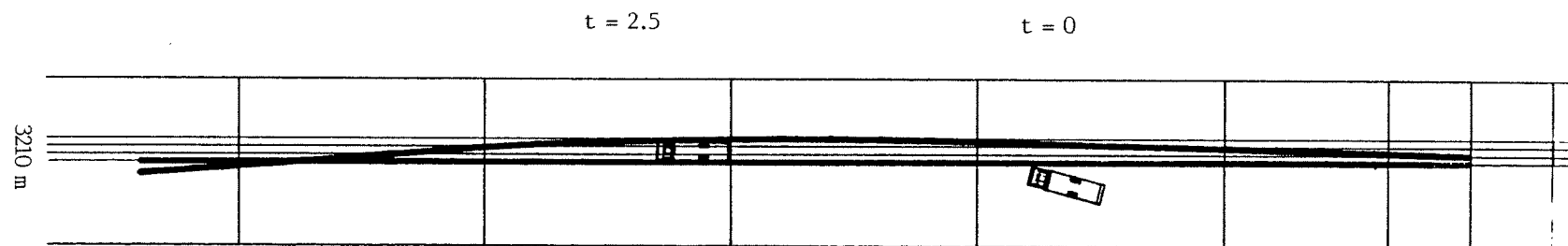
Afbeelding 1. Overzicht plaatsing New Jersey barrier op brug.



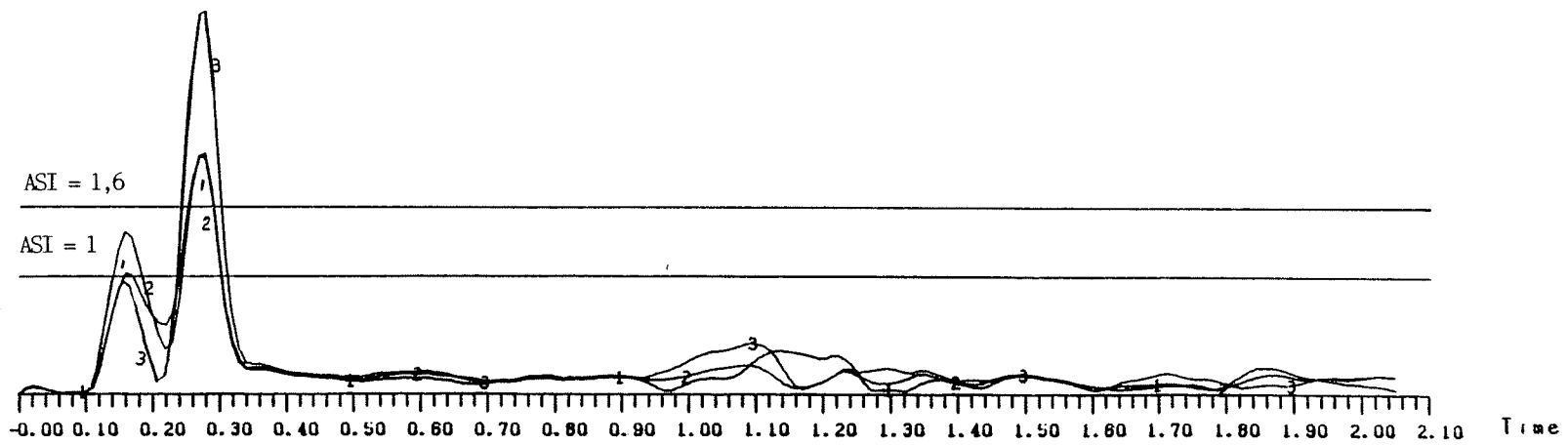
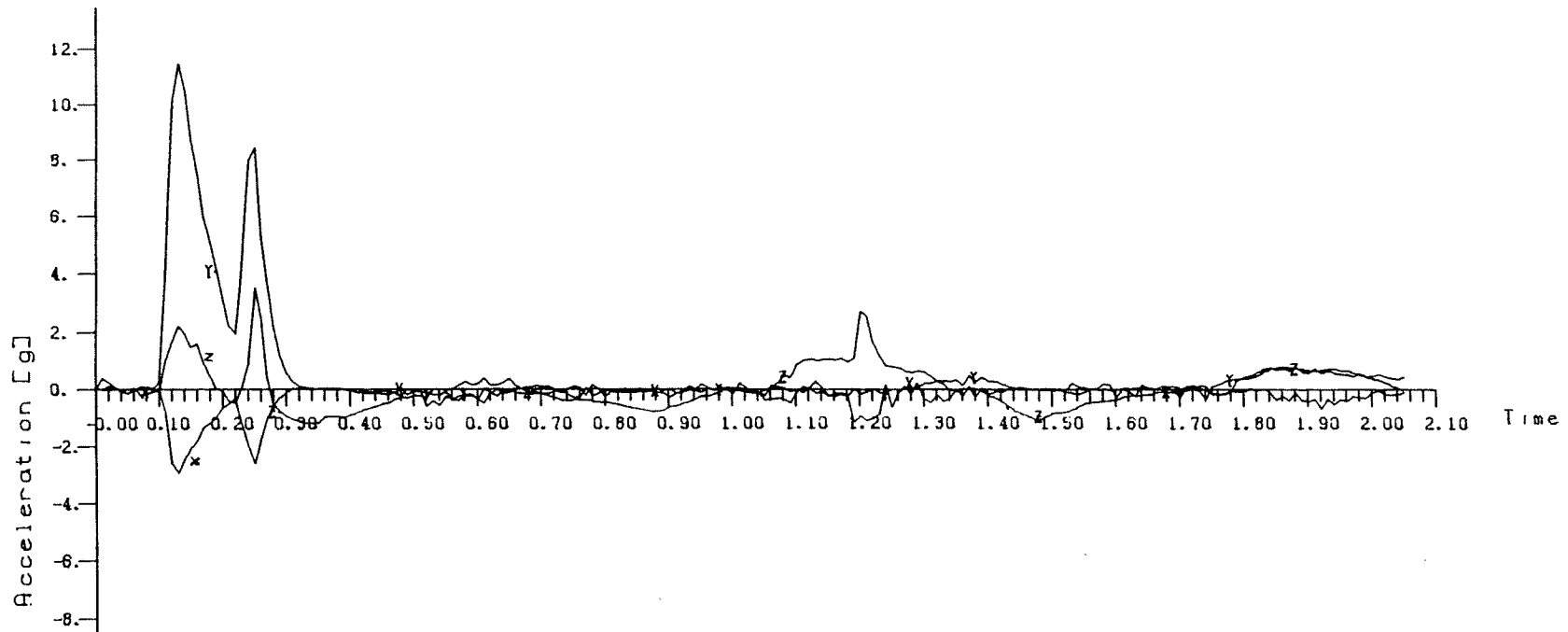
Afbeelding 2. Stalen New Jersey barrier.



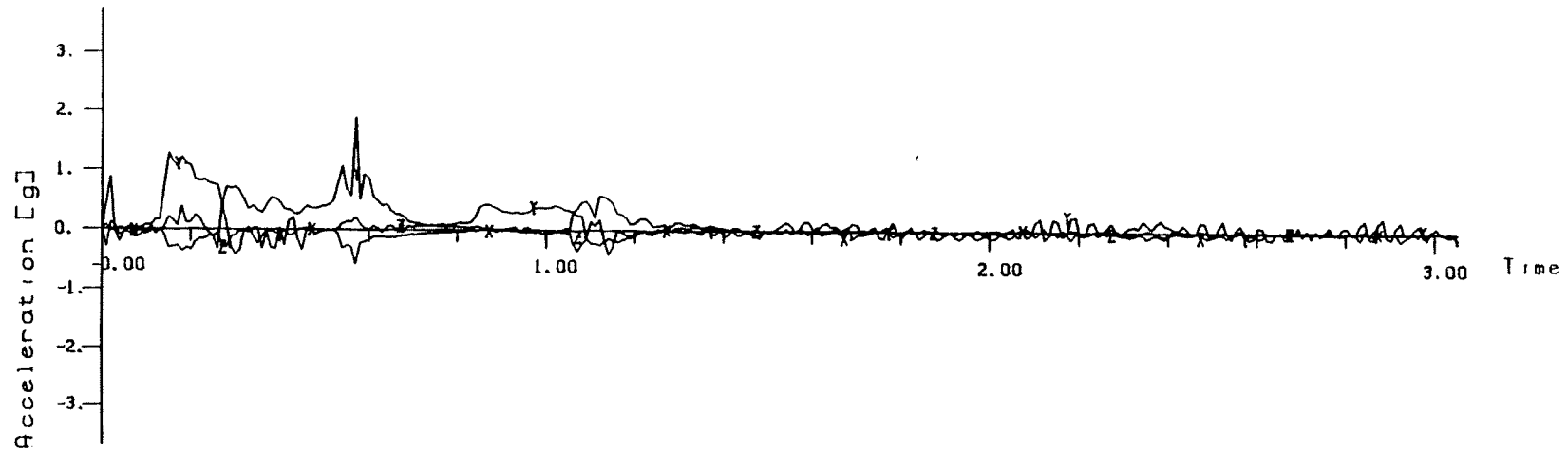
Afbeelding 3. Simulatie 1: personenauto; aanzicht botsing en bovenaanzicht aanrijding langs totale lengte constructie.



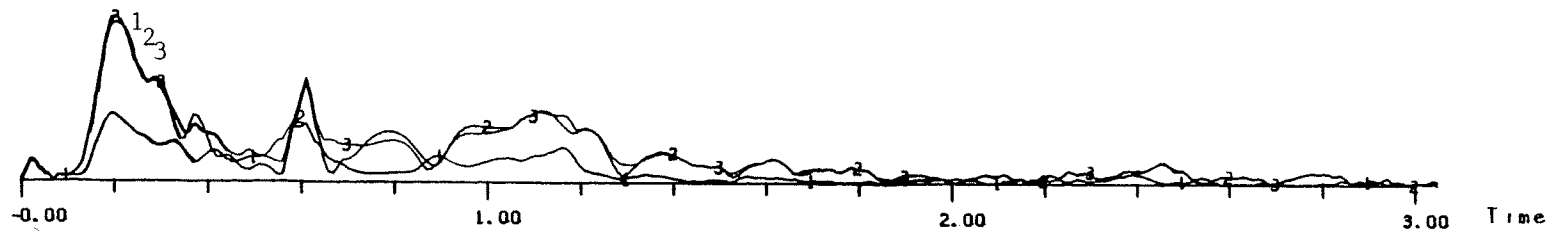
Afbeelding 4. Simulatie 2: vrachtwagen; invloedssfeer aanrijding langs totale lengte constructie (162 m).



Afbeelding 5. Vertragingswaarden zwaartepunt en ASI-waarden zwaartepunt
 (1), bestuurder (2) en passagier achter (3) bij Simulatie 1: personenauto.

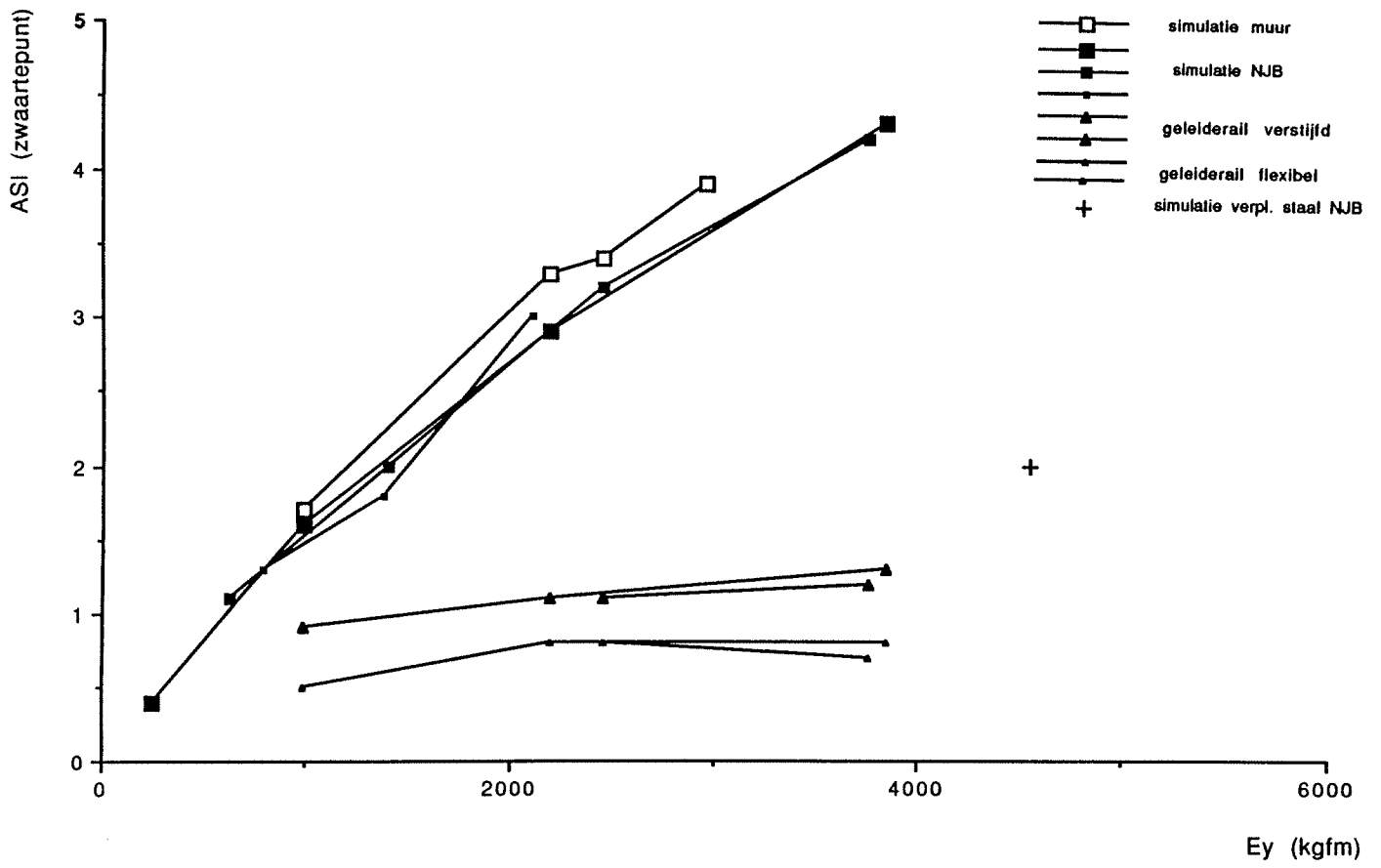


ASI = 1

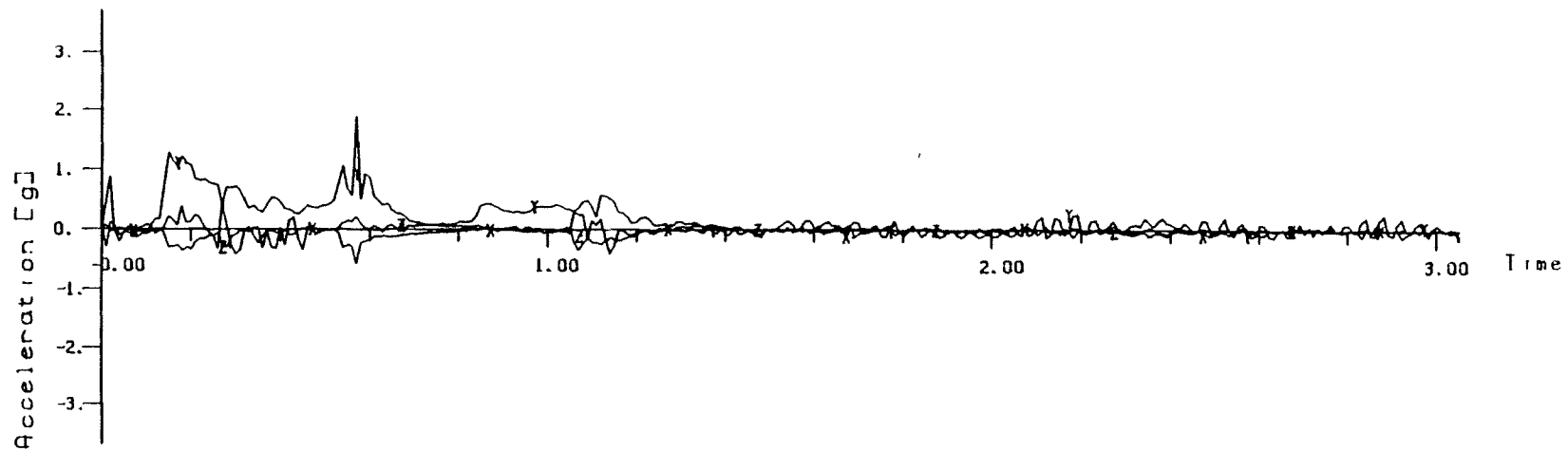


Afbeelding 6. Vertragingswaarden zwaartepunt en ASI-waarden zwaartepunt

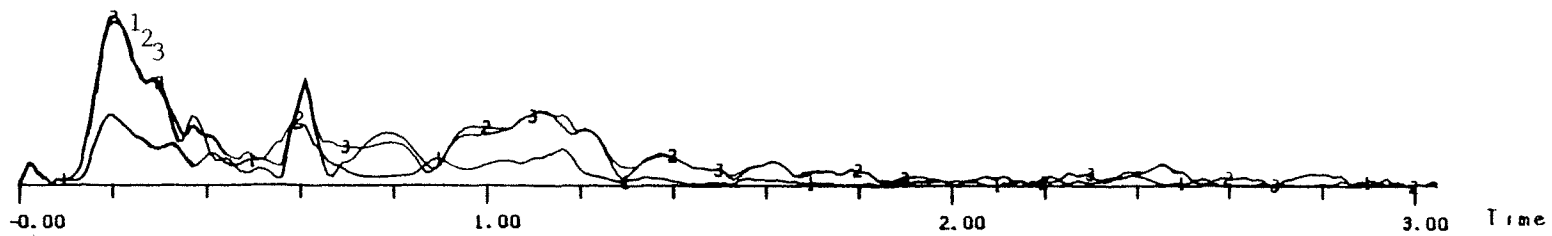
(1), bestuurder (2) en bijrijder (3) bij Simulatie 2: vrachtwagen.



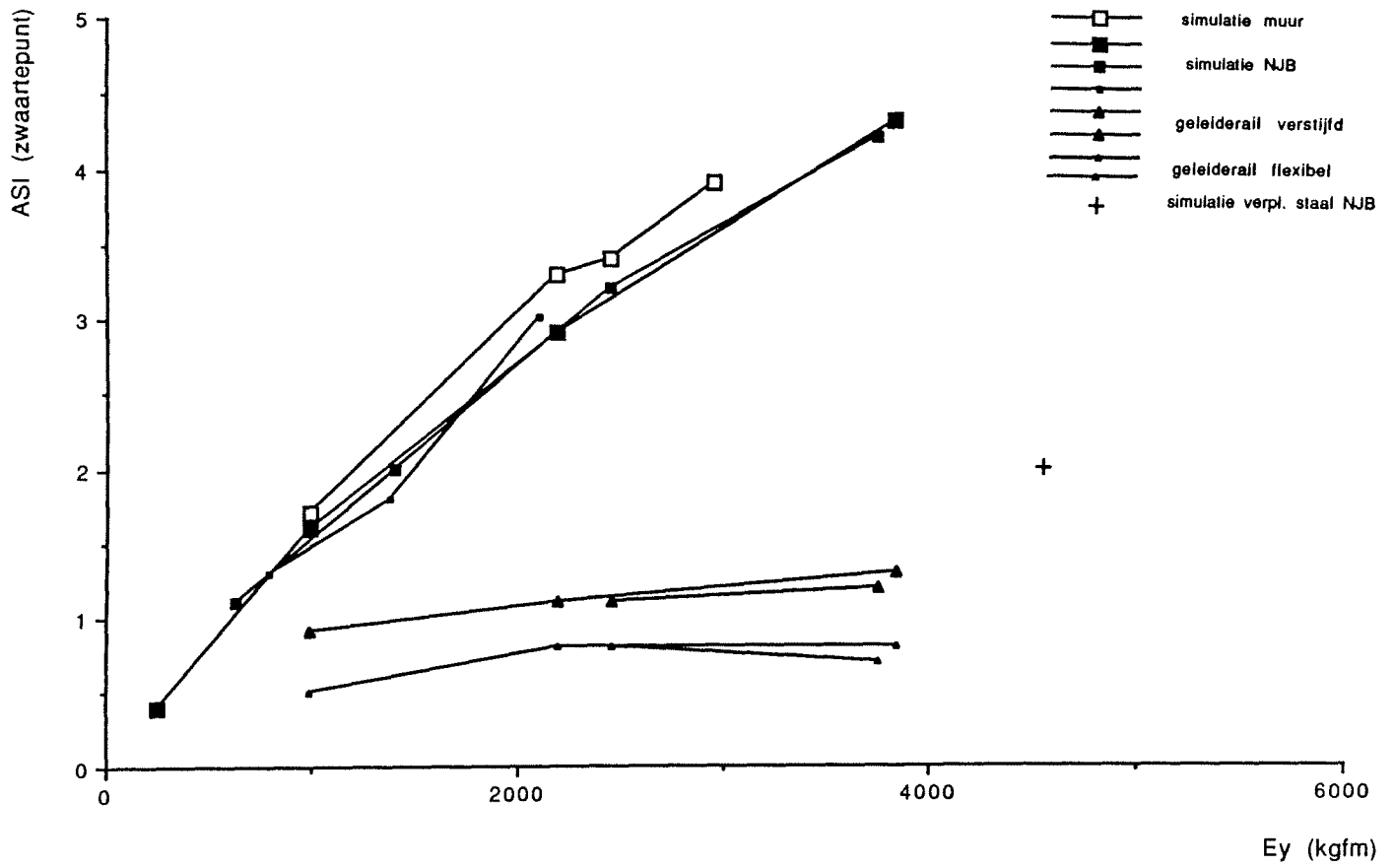
Afbeelding 7. Vergelijking van de verschillende geleidesystemen.



ASI = 1



Afbeelding 6. Vertragingwaarden zwaartepunt en ASI-waarden zwaartepunt (1), bestuurder (2) en bijrijder (3) bij Simulatie 2: vrachtwagen.



Afbeelding 7. Vergelijking van de verschillende geleidesystemen.