

SLAGBOOMCONSTRUCTIES BIJ BEVEILIGINGSCONSTRUCTIES IN BERMEN  
TEN BEHOEVE VAN DOORGANGEN

Een beschrijving van een aantal botsproeven in opdracht van de Rijkswaterstaatwerkgroep "Bermbeveiligingen" gehouden in 1970-1972 op de Vlasakkers te Amersfoort.

R-77-48

Voorburg, 1977

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

## INHOUD

<u>Voorwoord</u>	2
<u>1. Inleiding</u>	3
1.1. Doel en toepassing	3
1.2. Te stellen eisen	3
1.3. Mogelijke oplossing	4
1.4. Vraagpunten	4
<u>2. Opzet proevenprogramma</u>	6
2.1. Proefterrein	6
2.2. Proefvoertuigen	6
2.3. Beproefde constructies	6
2.3.1. Aluminium slagboomconstructies	6
2.3.1.1. De Duitse constructie	6
2.3.1.2. Verbeterde aluminium constructie	7
2.3.2. Stalen slagboomconstructies	8
2.3.2.1. Eerste stalen constructie	8
2.3.2.2. Verbeterde stalen constructie	8
<u>3. De proeven</u>	9
3.1. Aluminium slagboomconstructies	9
3.1.1. De Duitse constructie	9
3.1.2.1. Verbeterde aluminium constructie, 1ste proef	10
3.1.2.2. Verbeterde aluminium constructie, 2de proef	10
3.1.3. Samenvatting en deelconclusie aluminium slagboomconstructies	11
3.2. Stalen slagboomconstructies	12
3.2.1. Eerste stalen constructie	12
3.2.2.1. Verbeterde stalen constructie, 1ste proef	13
3.2.2.2. Verbeterde stalen constructie, 2de proef	14
3.2.2.3. Verbeterde stalen constructie, 3de proef	15
3.2.3. Samenvatting en deelconclusie stalen slagboomconstructies	16
<u>4. Conclusies</u>	18
<u>Bijlagen</u>	

## VOORWOORD

In opdracht van de Rijkswaterstaatwerkgroep "Bermbeveiligingen" zijn een aantal proeven verricht teneinde een juiste keuze te kunnen maken betreffende uitvoeringswijze van en materiaal voor een voorziening ten behoeve van doorgangen in middenbermbeveiligingen.

In hoofdstuk 1 zijn de eisen behandeld waaraan een dergelijke voorziening dient te voldoen en is een mogelijke oplossing gegeven.

Het proevenprogramma is omschreven in hoofdstuk 2.

Hierna volgen in hoofdstuk 3 de beschrijvingen van de gehouden proeven en de deelconclusies met betrekking tot de constructies en de constructiematerialen.

Tenslotte zijn in hoofdstuk 4 de eindconclusies weergegeven.

Alle gegevens omtrent de resultaten zijn, in de vorm van tabellen en de daarbij behorende tekeningen, als Bijlagen toegevoegd.

Organisatorische medewerking op het terrein "De Vlasakkers" te Amersfoort, waar de botsproeven werden gehouden en dat ter beschikking werd gesteld door het Ministerie van Defensie, verleende Adjudant-Onderofficier-Instructeur J.M. Haazen (cavalerie).

Het opstellen van de te beproeven constructies en de daarbij behorende werkzaamheden werden verricht door de Fa. Gebr. Kramer te Elst (Utrecht).

Het filmwerk werd verzorgd door een filmploeg van de Stichting Film en Wetenschap te Utrecht onder leiding van de heer W. van den Berg.

Dit rapport is samengesteld door D.J.R. Jordaan in samenwerking met ing. W.H.M. van de Pol (beiden afdeling Crash en Post-crash onderzoek).

## 1. INLEIDING

### 1.1. Doel en toepassing

In lange stukken autosnelweg zonder afslagen is het in bijzondere gevallen wenselijk dat bepaalde voertuigen (politie, ambulance, e.d.) snel op de andere rijbaan kunnen komen. Veelal is echter in de middenberm een beveiligingsconstructie aangebracht. Nu zou tijdelijk daarvan een deel kunnen worden gedemonteerd en later weer gemonteerd. Deze methode komt echter, omdat zij omslachtig en zeker niet snel te noemen is, in deze gevallen niet in aanmerking. Er bleek dan ook behoefte te bestaan aan een zodanige voorziening in de beveiligingsconstructie dat daarmee op bepaalde plaatsen snel een doorgang kan worden verkregen, die eenvoudig is te bedienen en tevens zo veel mogelijk voldoet aan de eisen die aan een beveiligingsconstructie worden gesteld.

### 1.2. Te stellen eisen

In het SWOV-rapport "Bermbeveiliging" zijn de volgende aan een beveiligingsconstructie te stellen eisen vastgelegd:

1. Voertuigen mogen niet door een beveiligingsconstructie heenbreken, er over heen klimmen of kantelen, dan wel er onderdoor schieten.
2. Letsel aan inzittenden en schade aan voertuigen en beveiligingsconstructie moeten zoveel mogelijk worden beperkt.
3. Voertuigen mogen niet door een beveiligingsconstructie in de eigen verkeersstroom worden teruggekaatst.
4. Een beveiligingsconstructie moet na een aanrijding zoveel mogelijk haar werking behouden en snel te repareren zijn.

Deze eisen moeten gelden voor een zo groot mogelijke variëteit aan voertuigen.

In dit rapport en in het eerder verschenen SWOV-rapport "Discontinuïteiten in beveiligingsconstructies voor bermen en kunstwerken" komt duidelijk naar voren dat het alleen mogelijk is aan deze eisen te voldoen wanneer discontinuïteiten in de constructie worden vermeden.

De voorziening ten behoeve van een doorgang mag dan ook geen discontinu-

iteit vormen, zowel niet in de sterkte, in verband met de eerste eis, als in de wijze van uitbuiging, in verband met de tweede en derde eis.

### 1.3. Mogelijke oplossing

De meest aantrekkelijke voorziening ten behoeve van doorgangen is gebaseerd op het principe van de slagboom. De te verwijderen delen kunnen dan simpelweg omhoog geklapt worden. De afmetingen van de daardoor ontstane doorsteek moeten uiteraard zodanig zijn dat een ongehinderde doorgang mogelijk is. Een constructie op basis van slagbomen kan in principe op zodanige wijze in de beveiligingsconstructie worden opgenomen dat in gesloten toestand een normaal doorgaande constructie wordt verkregen. De slagboomconstructie bestaat uit twee verticaal draaibare gedeelten, die beide in het midden steunen op een paal. Door deze paal, door middel van een steekbusconstructie in het eventueel ter plaatse aanwezige wegdek of in een betonblok aan te brengen, kan deze op eenvoudige wijze worden weggenomen om een obstakelvrije doorgang te verkrijgen. Om een eenvoudige en snelle bediening mogelijk te maken, moet de slagboomconstructie zo licht mogelijk worden uitgevoerd en worden uitgebalanceerd door middel van contragewichten. Het gewicht van de slagbomen met contragewichten is echter altijd nog zodanig, dat het draagvermogen van geheide palen in vele gevallen onvoldoende zal zijn. Daarom dienen ook de palen in de buurt van de draaipunten voorzien te zijn van steekbusconstructies, die voor een goed draagvermogen in betonblokken worden aangebracht.

Bij Neher G.m.b.H., Aschaffenburg, West-Duitsland, was reeds een dergelijke slagboomconstructie ontwikkeld.

Ten einde te besparen op het gewicht, was daarbij voor de liggers gebruik gemaakt van aluminium als constructiemateriaal. Deze constructie was in Duitsland nog niet beproefd.

### 1.4. Vraagpunten

Zowel ten aanzien van de beoordeling van de opzet van de constructie als van het gebruikte constructiemateriaal is in verband met de te stellen eisen kennis noodzakelijk omtrent de volgende punten:

- a. de materiaaleigenschappen van aluminium in vergelijking met staal;
  - b. de sterkte en het langverband van de constructie (eis 1 in par. 1.2.);
  - c. het gedrag van de constructie bij aanrijdingen in vergelijking met het gedrag van een normaal doorgaande beveiligingsconstructie (eisen 3. en 4. in par. 1.2.);
  - d. de geconcentreerde massa van de contragewichten bij de draaipunten en de invloed hiervan op personenauto's (eis 2 in par. 1.2.);
- Om de ontworpen constructie op de bovengenoemde punten te kunnen testen was het nodig proefbotsingen op ware grootte uit te voeren.

## 2. OPZET PROEVENPROGRAMMA

### 2.1. Proefterrein

De proeven werden gehouden op het proefterrein "De Vlasakkers" te Amersfoort, waar gebruik werd gemaakt van de reeds aanwezige faciliteiten voor het beproeven van de beveiligingsconstructies in aardebanen en die op kunstwerken.

### 2.2. Proefvoertuigen

De proefvoertuigen zijn zoveel mogelijk gekozen in overeenstemming met de opbouw en samenstelling van het Nederlandse autopark, namelijk een middenklasse personenauto, een lichte vrachtauto en een middelzware vrachtauto of bus.\*

Uit elk der klassen werd als standaard voor de proeven gekozen: een Opel Rekord, bouwjaar 1958/59 met een gewicht van 965 kgf, een Bedford, bouwjaar 1960/62 met een gewicht van ca. 3100 kgf, een bus, type Leyland, bouwjaar 1952 met een gewicht van ca. 8500 kgf.

### 2.3. Beproefde constructies

#### 2.3.1. Aluminium slagboomconstructies

##### 2.3.1.1. De Duitse constructie

De door Neher-Duitsland ontwikkelde, maar nog niet beproefde constructie is voorzien van in Duitsland gebruikelijke palen - IPE 100 profielen. De breedte van de doorsteek bij deze constructie bedraagt 2 x 4,- m. Op de middensteunpaal is een U-profiel gelast. Haaks op de uiteinden van dit U-profiel zijn twee korte hoekprofielen gelast, ieder voorzien van vier korte koppelpennen. Aan de uiteinden van elk der slagbomen zijn aan

\* Proeven met zware vrachtauto's kunnen niet worden uitgevoerd in verband met de maximale trekkracht die de aanlierinstallatie kan ontwikkelen.

de binnenzijde twee lippen gelast, ieder met twee gaten, passend op de genoemde pennen. De koppeling van de beide slagbomen verloopt dus via de steunpaal.

Bij deze slagboomconstructie zijn de contragewichten van een samengestelde uitvoering. Een gedeelte van de contragewichten is bevestigd aan de slagboom juist achter het scharnierpunt. Draaibaar in het andere einde van deze gewichtblokken is een frame van stafmateriaal opgehangen. Dit frame is aan het andere uiteinde voorzien van een aangelaste vaste as, waarop twee rollen zijn aangebracht. Deze rollen lopen in langsrichting in de bovenste golf van de geleiderails van de doorgaande constructie. Aan dit frame zijn nog drie contragewichtblokken aangebracht.

In tegenstelling tot de gebruikelijke constructie zijn de afstandhouders bij de beweegbare delen van de slagboomconstructie aan de beide geleiderails gelast. Dit is noodzakelijk om deze beweegbare delen een bepaalde stijfheid te geven teneinde torderen te voorkomen.

Zie voor afbeeldingen van deze slagboomconstructie Fotoblad 1.

#### 2.3.1.2. Verbeterde aluminium constructie

Vervolgens is een ten opzichte van de Duitse constructie op verscheidene punten gewijzigde constructie beproefd.

Deze verschilt in zoverre van de voorgaande constructie dat voor de palen is gebruik gemaakt van de SWOV-steekbusconstructie. Ook zijn hierbij de uiteinden van de beide slagbomen voor de helft ingenomen, de een aan de bovenzijde, de ander aan de onderzijde, en wel zodanig dat bij het sluiten het tweede slagboomuiteinde op het eerste rust. De koppelpennen zijn aangebracht in het onderliggende oplegvlak en passen in gaten aangebracht in het bovenliggende oplegvlak van de andere slagboom. Tevens zijn de afstandhouders van de uiteinden van deze slagbomen aan de veranderde vorm hiervan aangepast en voorzien van gaten voor de borgpennen. Bij de middensteun is het U-profiel vervangen door een koud gewalst U-profiel, gelast op de kop van de paal.

De opstaande flenzen van dit U-profiel zijn voorzien van gaten voor de borgpennen. De eerder genoemde afstandhouders rusten in het U-profiel en de sluiting is tot stand gebracht door het insteken van de twee borgpennen.



Bij een tweede proef met deze verbeterde aluminium constructie zijn de overgangen van de afstandhouders en de rails ter plaatse van de lassen afgerond, om kerfwerking te voorkomen. Ook zijn bij deze proef langere koppelpennen gebruikt.

### 2.3.2. Stalen slagboomconstructies

#### 2.3.2.1. Eerste stalen constructie

De eerste stalen slagboomconstructie is uitgevoerd volgens hetzelfde concept als de laatste aluminium constructie. De breedte van de doorgang is echter teruggebracht van 2 x 4,- m tot 2 x 2,5 m, dit in verband met het verschil in soortelijk gewicht van staal en aluminium. Ook de ophanging van de contragewichten is sterk vereenvoudigd.

#### 2.3.2.2. Verbeterde stalen constructie

Ten opzichte van de eerste stalen constructie zijn ondermeer de volgende verbeteringen aangebracht (zie ook Fotoblad 2):

1. Het koudgewalste U-profiel op de middensteun is vervaardigd uit zwaardere plaat ( in dit U-profiel vallen de afstandhouders van de twee slagboomeinden en tevens is hierin de langskoppeling opgenomen).
2. Dit U-profiel is aan de buitenzijde voorzien van drie aangelaste dwarsversterkingsribben.
3. De aansluitende las van het U-profiel op de paalkop is eveneens zwaarder uitgevoerd.
4. De afstandhouders aan de uiteinden van beide slagbomen zijn uit zwaardere plaat vervaardigd.
5. De railuiteinden van beide slagbomen zijn inwendig versterkt.
6. De koppelpennen zijn zowel in- als uitwendig verlengd en de inwendige bevestiging is verzaard.
7. De koppelplaten, waarin de pennen vallen en die tevens de horizontale oplegging van de ene slagboom op de andere vormen, zijn uitgevoerd in dikkere plaat, ten einde de optredende vlaktedruk tussen de pennen en de plaat te verminderen en daarmee uitscheuren te voorkomen.
8. Twee nokken zijn aangebracht ten einde de borgpennen na het plaatsen te vergrendelen, zodat wordt voorkomen dat deze pennen door de schok tengevolge van de aanrijding uitgeworpen worden.

### 3. DE PROEVEN

#### 3.1. Aluminium slagboomconstructies

##### 3.1.1. De Duitse constructie

Gezien het feit, dat deze constructie nog nooit was beproefd, werd de eerste proef (B70) onder lichte beproevingsomstandigheden uitgevoerd. Als proefvoertuig werd de Opel Rekord gebruikt. De botssnelheid bedroeg ca. 84 km/h; de inrijhoek was zoals gebruikelijk  $20^{\circ}$ . Het slot (de verbinding van de beide slagboomdelen) lag op paal 11. Het punt waar het proefvoertuig de geplaatste constructie zou raken lag ca. 2,- m voor het slot (zie Bijlage B 70.3) van de slagboomconstructie.

Ongeveer 80 ms na het begin van de botsing trad begin van wijken op in de koppeling tussen de beide slagbomen. Op dit moment was ook de neus van de Opel op deze plaats aangekomen. De - in rijrichting gezien - achterste slagboom werd daarop rechts zijwaarts weggedrukt, waarbij de koppeling het geheel begaf. Het proefvoertuig kwam met het rechter voorwiel in aanrijding met paal 11. Deze paal werd hierdoor getordeerd en op de achterflens na, van de bovenflens van de steekbusconstructie gescheurd. Deze achterste slagboom werd door de voortrijdende Opel steeds verder zijwaarts open gedrukt. 180 ms na het begin van de botsing, reed de auto frontaal tegen paal 12, waarbij de gehele constructie ca. 50 cm in langsrichting werd opgedrukt.

De achterste slagboom was daarbij om paal 12 schuin omhoog naar rechts gewrongen. De IPE 100 palen nrs. 12, 13 en 14 waren vlak boven de las op de flens verbogen, de daarop volgende geheide palen waren ca.  $30^{\circ}$  ten opzichte van de verticale as omgegaan. De voorste slagboom deed, nadat de koppeling was verbroken, niet meer mee aan de geleiding van het voertuig.

De schade aan de slagboomconstructie was aanzienlijk en niet op korte termijn te herstellen.

Van de Opel was de voorzijde geheel ingedrukt, waarbij het motorblok naar achteren was gekomen, het chassis en de deuren waren ontzet en ook het personencompartiment was aan de voorzijde ingedrukt. Het voertuig was niet meer rijdbaar.

Bij deze proef was duidelijk, dat de onderlinge oplegging en koppeling van de slagbomen gefaald hadden.

#### 3.1.2.1. Verbeterde constructie, 1ste proef

Deze proef (B 71) werd onder identieke omstandigheden uitgevoerd als de voorgaande. Het proefvoertuig was de Opel Rekord. De botssnelheid bedroeg 80 km/h; de inrijhoek was  $20^{\circ}$ . Evenals bij de voorgaande proef lag het botspunt ca. 2,- m voor het slot, hetwelk op paal 11 lag. De constructie werkte nu bevredigend. De Opel werd tijdens de botsing ineenvloeiende beweging omgeleid. Hierbij werkte de koppeling tussen de beide slagbomen goed.

Het voertuig draaide tijdens zijn uitloop naar de constructie terug. Tweetrapswerking was tijdens de botsing niet opgetreden. Op de palen 11 en 12 waren sporen van aanrijding waarneembaar. Deze palen waren van de bovenflenzen van de steekbusconstructie afgescheurd. Van paal 13 was de las half ingescheurd.

In nagenoeg alle lassen van de afstandhouder aan de rail van het slagboomgedeelte van de constructie waren scheurtjes opgetreden, evenals op een aantal plaatsen in de geleiderail bij de aansluiting van de afstandhouders op de rail. De samengestelde constructie van de contragewichten bleek aan de zwakke kant. Het eerder omschreven frame was licht getor-deerd, en ook de koppeling van de contragewichten met de slagboom was vervormd.

De constructie was nog bedienbaar.

Het proefvoertuig had na de botsing alleen plaatschade rechts voor en aan de rechter zijkant en was nog bestuurbaar.

#### 3.1.2.2. Verbeterde constructie, 2de proef

Voor deze proef (B 72) was als proefvoertuig de bus gekozen. De bots-snelheid bedroeg 59 km/h; de inrijhoek was  $20^{\circ}$ . Het botspunt lag ca. 3,80 m voor het slot, hetwelk op paal 11 lag.

95 ms na het begin van de botsing trad breuk op in de achterrail nabij paal 12. Hierna ging de voorste rail op twee plaatsen knikken. De pa-len 11, 12, 13 en 14 werden door het aanrijden van de las door het rechter voorwiel afgescheurd.

Van de daarop volgende geheide palen bezweken de breekbouten. De lig-  
ger werd door de rechter voorzijde van de bus meegenomen, gekanteld en  
tegen de grond gedrukt. De ligger werd daarna verder naar achter gedrukt  
door de instaprede van de bus. Het rechter voorwiel kwam op de ach-  
terste rail te rijden, hetgeen tot gevolg had dat de ligger verder  
werd omgewrongen, waardoor achtereenvolgens de daarachter ge-  
legen breekbouten het begaven. Het rechter voorwiel en daarna het  
rechter achterwiel reden over de constructie heen. De bus reed achter  
de palen 15 t/m 17 langs en werd uiteindelijk omgeleid door de op ca.  
2,50 m achter de beproefde constructie liggende 2de beveiligingsconstruc-  
tie. Dat geen volledige doorschrijding heeft plaatsgevonden was dan ook  
te danken aan de aanwezigheid van deze laatste constructie. Ten gevol-  
ge van dit terugleiden werden de heipalen 10 t/m 24 frontaal aangereden.  
De ligger werd steeds verder omgewrongen en kwam tenslotte omgekeerd  
rechts naast de palen te liggen. De constructie was niet meer eenvoudig  
te herstellen. De bus was nog bestuurbaar, deze had voornamelijk plaat-  
schade in het midden en aan de rechterzijde van de voorkant. Ook het  
rechter portier was ontzet.

### 3.1.3. Samenvatting en deelconclusie aluminium slagboomconstructies

Uit de voorgaande proeven blijkt dat bij gebruik van aluminium (in deze  
samenstelling) als constructiemateriaal, dit aluminium, zelfs onder vrij  
lichte belastingsomstandigheden, niet betrouwbaar is. Dat komt onder meer  
bij proef B 71 tot uiting in het optreden van kleine scheurtjes in de  
lassen van de afstandhouder aan de rail als gevolg van spanningsconcen-  
traties. Het aluminium scheurt daar in, in plaats van te vloeien, zoals  
staal zou doen. Bij zware belasting (proef B 72) kan dit tot volledige  
breuk leiden, ondanks het feit dat de breuksterkte van dit aluminium net  
zo groot is als van staal. Zoals bij de beschrijving van proef B 72 reeds  
is opgemerkt, is door de overgangen van afstandhouder naar rail vloeiend  
te maken, met een grote afrondingsstraal geprobeerd het inscheuren te  
ondervangen. Desondanks ontstonden juist op deze plaatsen grote scheuren,  
die bij de achterste rail nabij paal 12 tot breuk leidden en daarmee het  
bezwijken van de gehele constructie veroorzaakten.  
Zelfs na een lichte aanrijding zal de getroffen aluminium slagboomcon-

structie vervangen moeten worden, omdat het risico van verder scheuren bij een volgende aanrijding, of door andere oorzaken, niet denkbeeldig is.

Uit het verloop van de proevenserie en uit de daaruit verkregen resultaten moet worden geconcludeerd dat aluminium slagboomconstructies niet voldoen aan de eisen, neergelegd in par. 1.2., als gevolg van de afwijkende materiaaleigenschappen van aluminium ten opzichte van staal.

Uit de proeven kan wel worden geconcludeerd, dat een slagboomconstructie in principe goed kan functioneren, mits maar voldoende aandacht wordt geschonken aan de onderlinge verbinding van de twee slagbomen.

### 3.2. Stalen slagboomconstructies

#### 3.2.1. Eerste stalen constructie

Met de ervaringen van de aluminium slagboomconstructies als uitgangspunt, is met Neher-Duitsland een stalen constructie ontwikkeld. Bij de proef met de eerste stalen slagboomconstructie (proef B 73) is als proefvoertuig de bus gebruikt, omdat bij de vorige proeven doorschrijding het grootste probleem bleek. De botsnelheid bedroeg 56 km/h; de inrijhoek was  $20^{\circ}$ . Het botspunt lag op ca. 2,50 m voor het slot, hewelk op paal 10 lag.

125 ms na het begin van de botsing, begonnen de beide slagboomeinden op de koppeling te wijken. De constructie werkte tot dan toe normaal. De las van paal 8 scheurde in en paal 9 scheurde af. Ook de palen 10 en 11 scheurden af. Hierna drukte de bus met de uitstaprede de voorste rail voorbij de achterrail en kwam met het rechter voorwiel op de op de grond rustende achterrail te rijden. Deze achterrail werd daarmee als het ware vastgehouden, waardoor de kantelende beweging van de ligger verder doorzette. De op de las sterk ingescheurde paal 12 werd door dat kantelen van de ligger in zijn geheel uit de steekbus gelicht. Na 550 ms was de koppeling tussen de beide slagbomen volledig los, ongeveer op het moment dat paal 12 werd aangereden en de breekbout in de paalklauw van paal 15 bezweek.

De bus was het slot in de slagboomconstructie voor het gootste deel reeds gepasseerd. Het koppeleinde van de achterste slagboom werd nu  $180^{\circ}$  om de langsas omgewrongen. Achtereenvolgens bezweken ook de breekbouten in de

paalklauwen van de volgende palen, steeds ongeveer 4 m voor de neus van de bus uit.

Ter hoogte van paal 13 overschreed ook het rechter achterwiel de constructie, welke nu tussen de wielen lag.

De bus reed nu achter de palen 15 t/m 18 langs, die niet werden geraakt en botste uiteindelijk met de rechter voorzijde tegen de, op ca. 250 cm achter de beproefde constructie liggende 2de beveiligingsconstructie en werd door deze constructie vrij scherp teruggeleid. De aanwezigheid van deze 2de beveiligingsconstructie was er de oorzaak van dat de bus niet volledig over de beproefde constructie is heengereden.

Het verdere verloop was dat paal 19 werd aangereden door het linker voorwiel en de palen 20 t/m 23 frontaal. Deze gingen alle om.

De ligger kwam uiteindelijk omgekeerd naast de palen te liggen, en bleef tussen de wielen van de bus.

Als gevolg van het bezwijken van de koppeling tussen de beide slagbomen en het daarop volgende omkantelen, was de gehele constructie zwaar beschadigd en niet zonder meer te herstellen. Speciaal de koppel-einden van de beide slagbomen waren sterk vervormd.

De afstandhouders daar ter plaatse, uitgevoerd in dezelfde plaatdikte als de rail (3 mm), waren sterk vervormd en ingescheurd. Tevens bleek dat de bevestiging van de koppelpennen in de slagboomuiteinden te licht was uitgevoerd. De pennen waren dan ook verbogen en hadden hierdoor geen houvast meer in de gaten. Het koudgewalste U-profiel, gelast op de steunpaal en van dezelfde plaatdikte als de rail, was door een te zwakke las van de paal gescheurd en sterk uitgebogen. Voorts waren de borgpennen uit het U-profiel gevallen door het ontbreken van een vergrendeling. De bus had voornamelijk aan de voorzijde en aan de rechter zijde plaatschade en was nog bestuurbaar.

Uit het verloop van deze proef blijkt dat de koppeling tussen de slagbomen onder bepaalde ongunstige omstandigheden verbroken kan worden en dat daarvan door- en/of overschrijding van de constructie door zware voertuigen het gevolg kan zijn. Verbeteringen moeten dus in de eerste plaats aangebracht worden in de onderlinge koppeling van de beide slagbomen.

### 3.2.2.1. Verbeterde stalen constructie, 1ste proef

Aangezien de doorschrijding nog steeds het grootste probleem was, werd de verbeterde stalen constructie in proef B 74 wederom beproefd met de bus. De botssnelheid bedroeg 58 km/h; de inrijhoek was  $20^{\circ}$ .

Het botspunt lag op ca. 1,30 m voor het slot, hetwelk op paal 10 lag. 38 ms na het begin van de botsing begon de omleiding van het botsvoertuig en na 265 ms trad tweetrapseffect op over een lengte van ca. 8 m, gerekend vanaf paal 9. De secundaire botsing, het zgn. rear-end effect, vond plaats na 700 ms. Het reeds aanwezige tweetrapseffect werd ten gevolge van deze botsing vergroot tot een lengte van ca. 10 m, gerekend vanaf paal 9. Hierbij trad geen vergroting op van de dynamische uitwijking van de achterste rail. De bus werd geleidelijk omgeleid. Gedurende de hele botsingstijd bleef het slot goed intact. Grote wijking tussen de slagboomdelen werd niet geconstateerd.

De duur van het contact van het voertuig met de totale constructie bedroeg 1550 ms. De uitrijhoek werd snel groter, omdat door de aanrijding de voorwielen naar links waren gedraaid, terwijl plaatschade aan de rechter voorzijde van de carrosserie verhinderde dat de wielen teruggedraaiden in de neutrale stand. Hierdoor stak de bus in de rijbaan over en kwam in het aan de andere zijde van de weg liggende terrein tot stilstand.

Door de aanrijding waren de lassen van de palen 9 en 10 nagenoeg geheel afgescheurd, waarbij paal 10 nog gedeeltelijk uit de steekbus was gekomen. De palen 11 en 12 werden aangereden en afgescheurd. De wielbouten van het rechter voorwiel hadden van paal 9 af over een lengte van ca. 5 m deuken in de voorste geleiderail gedrukt, en vanaf paal 10 was plooiing opgetreden over een lengte van 6,5 m. Zowel in de voorste als in de achterste rail waren kleine scheuren ontstaan en wel in de voorste rail naast de las bij het scharnier van de slagboom (paal 11), aan de zijde van de contragewichten, verder in de achterraail bij de aansluiting van de las van afstandhouder 11 aan de rail.

De constructie was binnen redelijke tijd te herstellen. Bij het proefvoertuig was alleen plaatschade opgetreden aan de rechter voor- en achterzijde. De bus was nog rijdbaar, doch door blokkade van de voorwielen niet meer bestuurbaar.

Na de aangebrachte verbeteringen bleek de constructie sterk genoeg om zelfs bij zwaardere botsingen doorschrijding tegen te gaan en de werking van de constructie was bij deze proef zodanig, dat gesteld kon worden, dat deze voldaan heeft aan de eisen, eerder genoemd in par. 1.2.

#### 3.2.2.2. Verbeterde stalen constructie, 2de proef

Om echter ook de werking van de verbeterde constructie in geval van aanrijdingen met lichtere voertuigen te kunnen nagaan, is proef B 75 uitgevoerd met de Opel als proefvoertuig. De botsnelheid bedroeg 83 km/h; de inrijhoek was  $20^{\circ}$ . Het botspunt lag ca. 1,25 m voor het slot, hetwelk op paal 10 lag.

De omleidingen begon 60 ms na het begin van de botsing. De duur van het contact van het voertuig met de constructie was 500 ms, waarna het voertuig net even vrij kwam van de constructie om daarna weer naar deze terug te draaien. Paal 9 was even verbogen boven de las. Paal 10 zelf was niet beschadigd, deze paal was met het betonblok van de steekbusconstructie en al iets omgegaan. Paal 11 was verbogen, waarbij contractie was opgetreden boven de las. De afstandhouder 10a was iets beschadigd aan de onderkant. Afstandhouder 11 was aan de onderzijde beschadigd bij het slagboomscharnier. De geleideconstructie was binnen korte tijd te herstellen. Van het proefvoertuig was de rechter voorzijde zwaar beschadigd en was de radiator ontzet. De beschadigingen aan de onderzijde van de afstandhouders 10a en 11 wezen erop dat het voertuig met het rechter voorwiel hiermee in aanraking was gekomen, hetgeen een lekke band ten gevolge had. Vermoedelijk had dit wiel hierbij ook paal 11 aangereden, waardoor de velg en de wielophanging beschadigd werden. Verder was plaatschade ontstaan aan de rechter zijkant. Het voertuig was niet meer rijdbaar. Ook bij deze proef heeft de constructie aan de verwachtingen voldaan, ofschoon de uitbuiging niet zodanig was als van een flexibele constructie verwacht zou mogen worden. Hierop wordt in par. 3.2.3. nader ingegaan.

#### 3.2.2.3. Verbeterde stalen constructie, 3de proef

Tenslotte is proef B 76 gehouden op dezelfde, gerepareerde constructie, om het gedrag van de constructie na te gaan bij een middelzware vracht-



wagen. In dit geval is als proefvoertuig de Bedford gebruikt. De bots-snelheid bedroeg 75 km/h; de inrijhoek was 20°. Het botspunt lag ca. 1,30 m voor het slot, hetwelk op paal 10 lag.

Het omleiden van het voertuig begon 45 ms na het begin van de botsing. Na 308 ms trad het tweetrapseffect op over een lengte van ca. 6,5 m vanaf paal 10. De secundaire botsing (rear-end effect) vond na 525 ms plaats. Het reeds aanwezige tweetrapseffect werd daarbij vergroot tot een totale lengte van ca. 7,8 m gerekend vanaf paal 10. De duur van het contact van het voertuig met de constructie was 1750 ms, waarna het voertuig nauwelijks los kwam om tenslotte weer naar de constructie terug te draaien. Na 3000 ms vond de tweede botsing plaats.

Van paal 9 was de las vrijwel rondom ingescheurd. Paal 10 was aangereden, de las vertoonde het begin van scheuren, de paal was verbogen en het betonblok met daarin de steekbusconstructie was iets gekanteld. Paal 11 was aangereden en afgescheurd, waarbij de wegklappende paal drie contragewichten uit het frame omhoog drukte. Paal 12 was aangereden, afgescheurd en meegenomen. Heipaal 13 was aangereden, verbogen en omgegaan. Heipaal 14 was aangereden en eveneens omgegaan. Van 110 cm na paal 9 was over een lengte van 3 m de rail ingefreesd door de wielbouten van het rechter voorwiel. Ten opzichte van de achterste rail was de voorste rail over de gehele lengte van de constructie 8 cm opgeschoven. De constructie was binnen een redelijke tijd te herstellen. Van de Bedford was het plaatwerk van de rechter zijde zwaar beschadigd. Door het aanrijden van paal 11 was de rechter fuseepen afgebroken en het rechter voorwiel afgerukt, waarbij de veerstroep en verdere ophanging onbeschadigd waren gebleven. Het rechter portier was ingedrukt. De brandstoftank was afgerukt. Het voertuig was niet meer rijdbaar.

De werking van de constructie was stijf, doch acceptabel. Nader hierover in par. 3.2.3.

### 3.2.3. Samenvatting en deelconclusie stalen slagboomconstructies

Uit vergelijking van de resultaten van de proeven B 74 t/m 76 met die van proef B 73 blijkt dat de aangebrachte constructieve wijzigingen evenzovele verbeteringen zijn geweest en dat uiteindelijk een slagboomconstructie is ontwikkeld, die onder verschillende belastingsomstandigheden sterk genoeg is en toch acceptabel werkt.

Uit proef B 74 blijkt dat de constructie nu zodanig sterk is dat de kans op doorschrijden klein geacht moet worden. Bij de proeven B 75 en B 76 komt tot uiting dat bij aanrijding door lichtere voertuigen t.o.v. de normale geheide geleideconstructie een kleinere uitbuiging optreedt als gevolg van de grotere stijfheid van de slagboomconstructie. De grotere stijfheid wordt veroorzaakt door:

- a. de grote massa van de slagboomconstructie;
- b. de stijvere ligger, ontstaan door de toepassing van aan de rail gelaste afstandhouders;
- c. grotere paalweerstand.

Uit de proeven bleek tevens dat er voor moet worden zorggedragen dat de dikte van de lassen van de palen op de bovenflens van de steekbusconstructie niet meer dan 3 mm bedraagt. In enkele gevallen - bij de proeven B 75 en B 76 - waren deze lassen namelijk niet afgescheurd, maar bij aanrijden omgebogen en/of waren de palen met betonblok en al iets omgegaan, wat een nog stijvere werking van de reeds vrij stijve constructie tot gevolg had.

Verder verdient het aanbeveling ook hier de overgang van de afstandhouders naar de rail vloeiend te doen verlopen, daar bij één der proeven ook in het staal vlak naast de lasaanzet scheurtjes zijn geconstateerd.

#### 4. CONCLUSIES

Uit het onderzoek is gebleken dat aluminium vanwege zijn materiaaleigenschappen bij de huidige vormgeving ongeschikt is om te worden gebruikt als constructiemateriaal.

Eveneens is naar voren gekomen dat staal door zijn materiaaleigenschappen het meest geëigende constructiemateriaal is voor slagboomconstructies. Hierdoor is tevens een gelijkheid verkregen in de materiaalkeuze voor alle modificaties van de beveiligingsconstructie.

Door het grotere gewicht van de stalen slagboom, moeten echter terwille van de bedienbaarheid, kleinere afmetingen van de slagboom (en dus van de doorgang) voor lief genomen worden.

Met een juist ontwerp en zorgvuldige montage kan een zekere gelijkheid in de werking gegarandeerd worden van de slagboom- en de bermbeveiligingsconstructie. Een geheel overeenkomstige werking is echter niet te verwachten. Door de grotere stijfheid van de slagboomconstructie, als gevolg van de grotere massa, de stijfheid van de slagboomligger en de grotere paalweerstand, zal, met name bij een aanrijding door lichtere voertuigen, een kleinere uitbuiging optreden.

Het is in principe mogelijk dat deze slagboomconstructie ook uitgevoerd wordt voor eenzijdig uitgebouwde beveiligingsconstructies.

De slagboomconstructie blijft, zoals uit de proefresultaten is gebleken, ondanks alles een zekere discontinuïteit vormen in de beveiligingsconstructie waarin hij is opgenomen. Het is daarom raadzaam de slagboomconstructie niet vaker toe te passen dan strikt noodzakelijk is.

## BIJLAGEN

Fotoblad 1. Aluminium slagboomconstructies

Fotoblad 2. Stalen slagboomconstructies

Bijlage 1. Algemene resultaten

Bijlage 2. Schade aan de proefvoertuigen

Bijlage 3. Codelijst beschadigingen aan onderdelen constructie

Bijl. B 70.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 70.2. Overzicht schade aan constructie

" B 70.3. Overzichtstekening proef B 70

" B 71.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 71.2. Overzicht schade aan constructie

" B 71.3. Overzichtstekening proef B 71

" B 72.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 72.2. Overzicht schade aan constructie

" B 72.3. Overzichtstekening proef B 72

" B 73.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 73.2. Overzicht schade aan constructie

" B 73.3. Overzichtstekening proef B 73

" B 74.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 74.2. Overzicht schade aan constructie

" B 74.3. Overzichtstekening proef B 74

" B 75.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

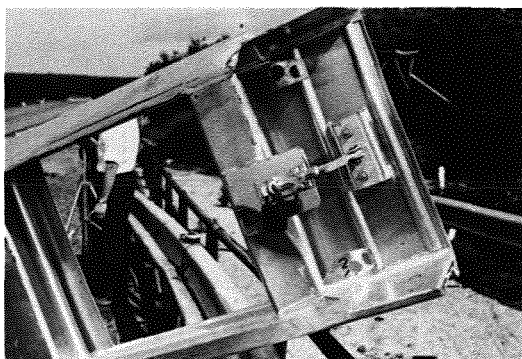
" B 75.2. Overzicht schade aan constructie

" B 75.3. Overzichtstekening proef B 75

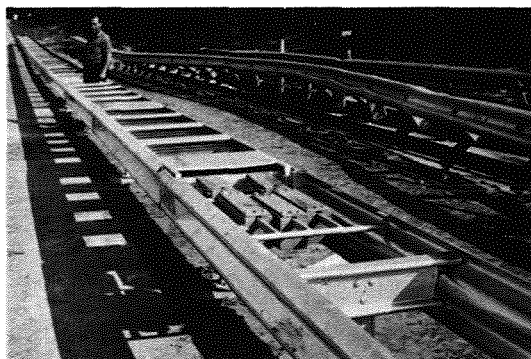
" B 76.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

" B 76.2. Overzicht schade aan constructie

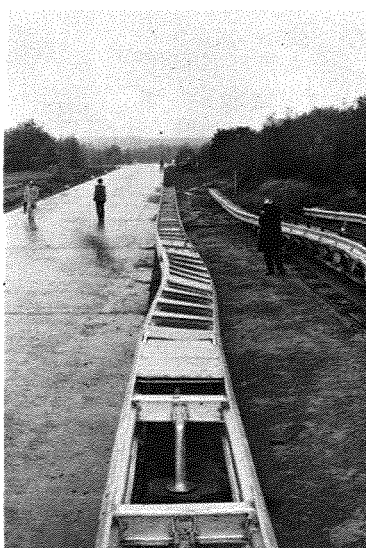
" B 76.3. Overzichtstekening proef B 76



B 70



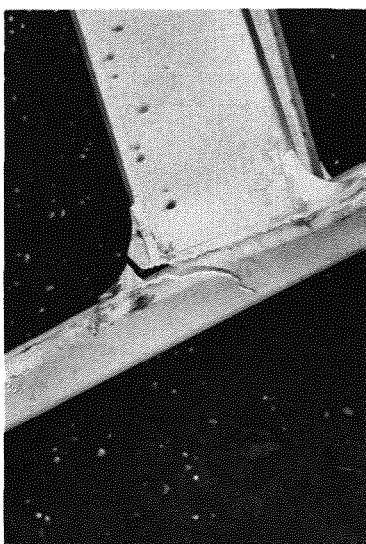
B 70



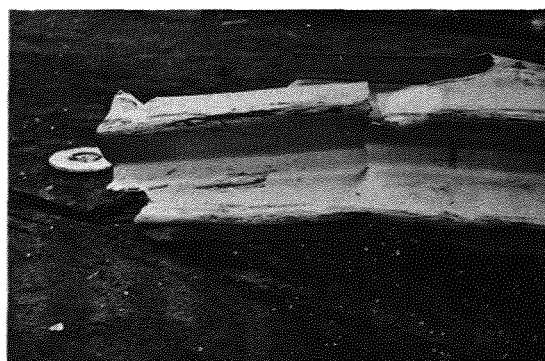
B771



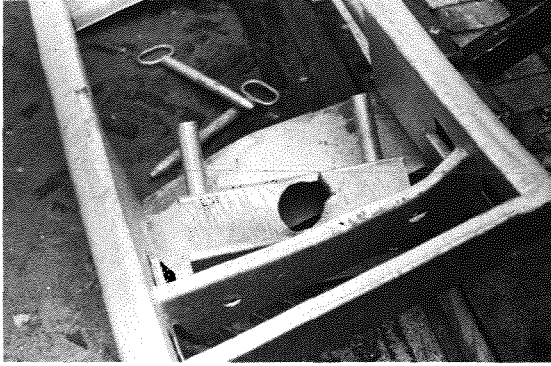
B 70



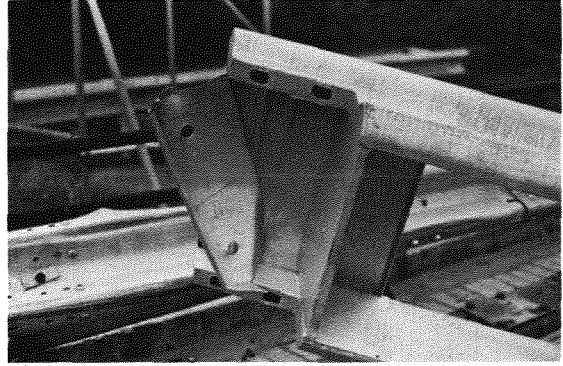
B 72



B 72



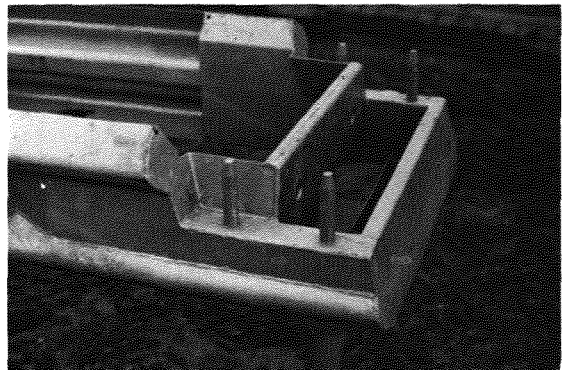
B 73



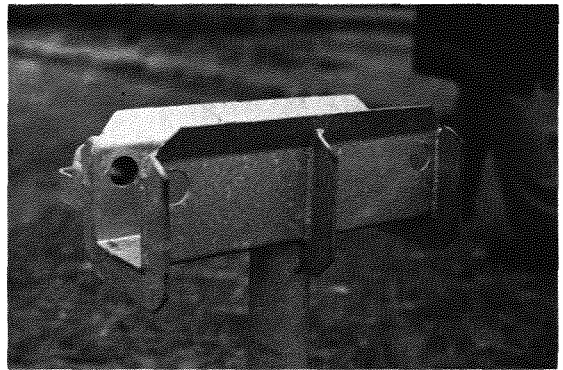
B 73



B 73



B 74



B 74



B 74



B 76

Bijlage 1. Algemene resultaten.

Proef nr.	Plaats primaire botsing		Werking twee-trapseffect door primaire botsing		Plaats secundaire botsing		Werking twee-trapseffect vergroot door secundaire botsing			Aanrijding van de palen	
	cm	voor paal	vanaf paal	lengte cm	cm	voor paal	vanaf paal	totale lengte cm	door	paal t/m paal	
B70	140	11	-	-	-	-	-	-	front	11 en 12	
B71	190	11	-	-	-	-	-	-	voorwiel	11 en 12	
B72	380	12	-	-	-	-	-	-	voorwiel voorzijde	11 t/m 14 18 t/m 25	
B73	240	10	9	650	-	-	-	-	voorwiel voorzijde	11 t/m 14 19 t/m 23	
B74	125	10	10	800	120	10	9	1000	voorwiel	11 en 12	
B75	135	10	-	-	-	-	-	-	-	-	
B76	139	10	11	650	140	10	10	780	voorwiel/achterwiel	10 t/m 14	

Uitrijhoek		Grootste afstand tot hartlijn constructie		Plaats 2e botsing		Stilstand t.o.v. einde constructie		Doorbuiging achterste geleiderail of trekstrip			Opmerking
gra-den	wordt	cm	bij paal	cm	voor paal	cm	voor na	stat cm	1e dyn cm	2e dyn cm	
-	-	-	-	-	-	4750	voor	-	60 <sup>1)</sup>	-	frontaal tegen paal 12
11	kleiner	440	25	-	-	5800	na	29	47	45	
0	-	-	-	-	-	200	na	-	90 <sup>1)</sup>	-	
0	-	-	-	-	-	2200	na	-	55 <sup>1)</sup>	-	nauwelijks los van constructie kleeft
12	groter	2750	18	-	-	2000	voor	94	99	99	
ca 0,5	kleiner	42	12	3	14	800	voor	25	30	30	
0	-	40	-	-	-	890	voor	72	89	96	

1) dynamische doorbuiging op het moment van breuk





Bijlage 3. Codelijst beschadigingen aan onderdelen constructie.

PAAL:

- ingescheurd maten geven in mm
- aangereden
1. sporen, iets meegenomen.
  2. halfweg meegenomen, iets getordeerd en/of krom (bij R gelast).
  3. getordeerd en/of krom, helemaal meegenomen, weggeslingerd.
- meegenomen
1. sporen en iets meegenomen.
  2. halfweg meegenomen.
  3. helemaal meegenomen.
- krom/getordeerd
1. iets getordeerd en/of krom.
  2. halfweg getordeerd en/of krom.
  3. getordeerd en/of krom, deel achterflens gescheurd, van voetplaat gescheurd (gereden).
- betonblok voor steekbus
1. bewogen.
  2. tot 30° om.
  3. meer dan 30° om.

AFSTANDHOUDER:

- afstandhouder
1. licht verbogen, geraakt, verdraaid.
  2. verbogen en/of getordeerd, uitgerekt, begin van scheurvorming.
  3. zwaar verbogen en/of getordeerd, scheuren.
- lip
1. licht verbogen.
  2. verbogen.
  3. gewerkt. (geheel verbogen)
- verbinding rail
1. gaten vervormd.
  2. scheur in flap afstandhouder, gaten zwaar vervormd, begin van scheuren.
  3. bout door gat getrokken, flap(pen) afgescheurd.



Bijlage B 70.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefresultaten

	a	b	c	f
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

gelaste palen zie bijlage B 70.2

Slagboomconstructie volledig vernield

Proefnummer : B70  
 Datum : 25-8-'70  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 84 km/h  
 Voertuig : Opel Rekord  
 Gewicht : 965 kgf  
 Belading : -

**CONSTRUCTIES:**

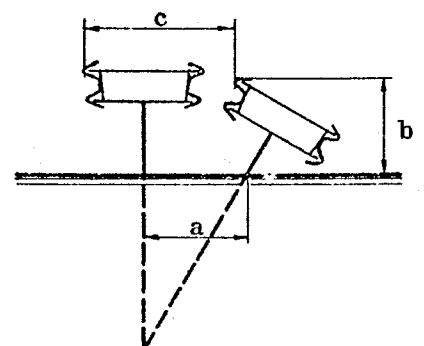
Doorgaande constructie

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333 m

Slagboomconstructie

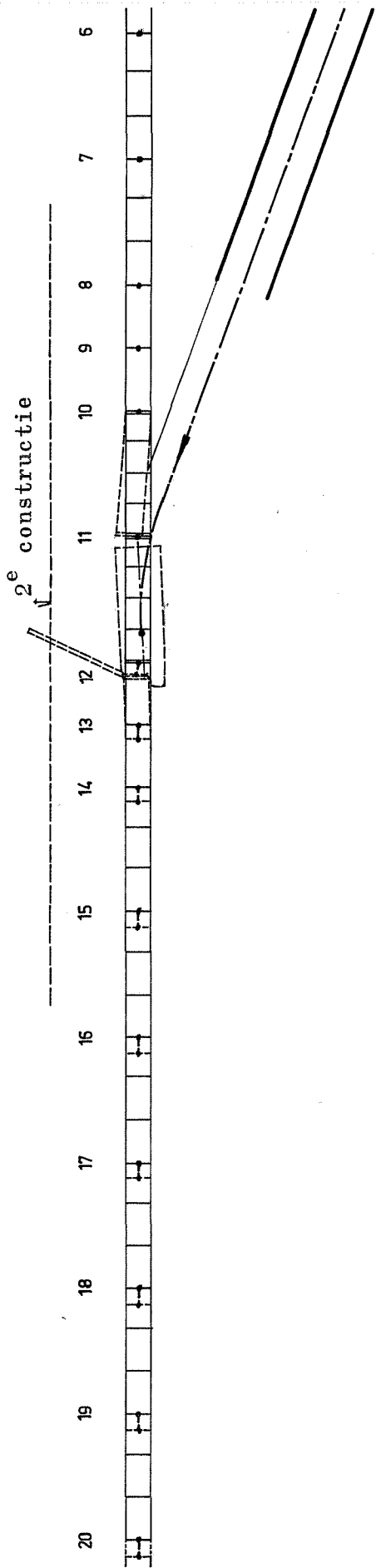
van paal 8 t/m paal 14  
 beweegbare deel paal 10 t/m paal 14  
 materiaal: aluminium  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste IPE-100 paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/10 en 12/14 2,- m  
 paalafstand 10/12 4,- m

f - Verplaatsing in langsrichting.



Bijlage B 70.2. Overzicht schade aan constructie

Proef	Paal	Afstandhouder	Geleiderail
B 70	af/ingescheurd	beschadigd	gaten
	fundatieblok om	lip	deuken
	aangereden	verbinding paal	uitgewalst
	meegenomen	verbinding rail voor	geplooid
	krom/getordeerd	verbinding rail achter	knik in rail voor
			knik in rail achter
			scheur in rail voor
			scheur in rail achter



Bijlage B 70.13. Overzichtstekening proef B 70

Bijlage B 71.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

(in resultaten)

	a	b	c
6			
7			
8		75	0
9		76	1
10		78	3
11		84	24
12		83	16
13		82	10
14		80	3
15		76	0
16			
17			

gelaste palen zie bijlage B 71.2

Proefnummer : B71  
 Datum : 29-10-'70  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 80 km/h  
 Voertuig : Opel Rekord  
 Gewicht : 965 kgf  
 Belading : -

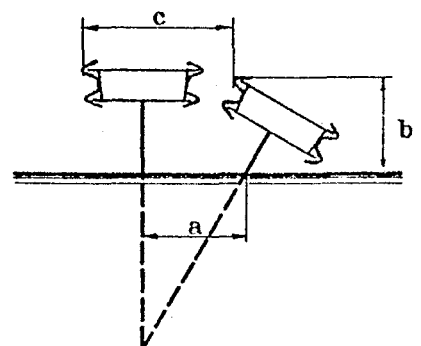
**CONSTRUCTIES:**

Doorgaande constructie

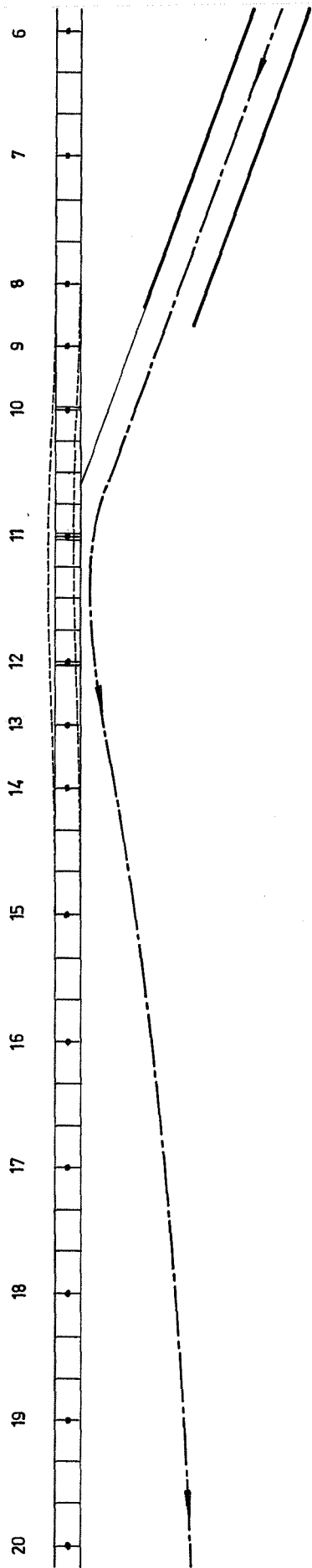
tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333 m

Slagboomconstructie

van paal 8 t/m paal 14  
 beweegbare deel paal 10 t/m paal 1  
 materiaal: aluminium  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/10 en 12/14 2,- m  
 paalafstand 10/12 4,- m





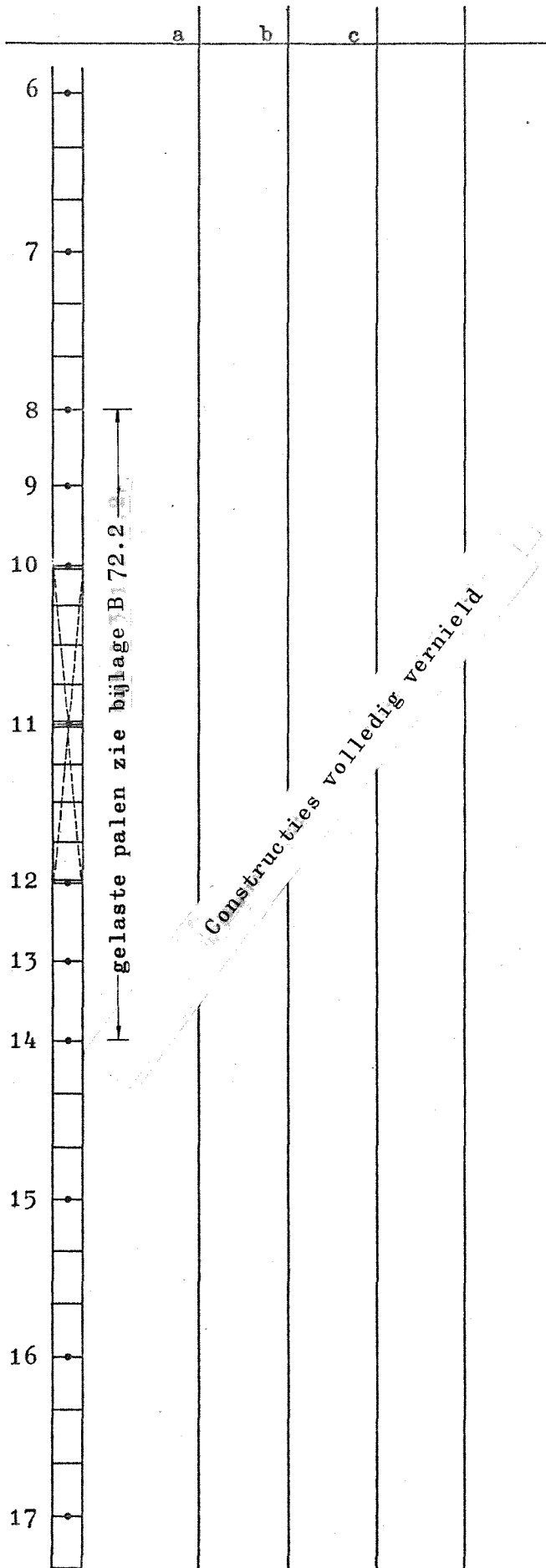


Bijlage B.71.3.1. Overzichtstekening proef B 71



Bijlage B 72.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefresultaten

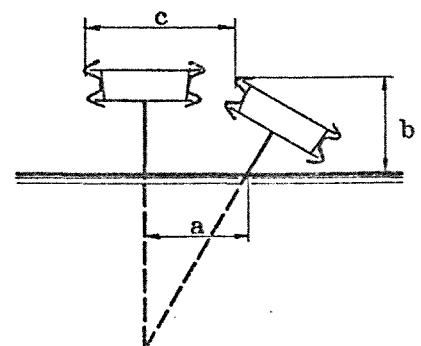


Proefnummer : B72  
 Datum : 15-12-'70  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 59 km/h  
 Voertuig : bus  
 Gewicht : 8500 kgf  
 Belading : -

**CONSTRUCTIES:**

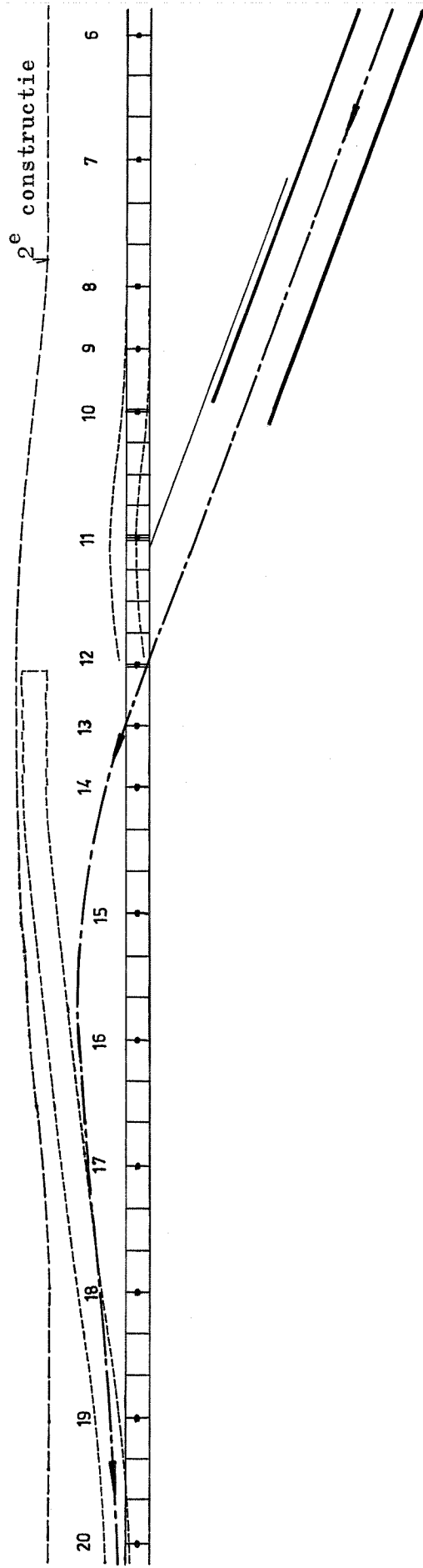
**Doorgaande constructie**

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333m  
 Slagboomconstructie  
 van paal 8 t/m paal 14  
 beweegbare deel paal 10 t/m paal 12  
 materiaal: aluminium  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/10 en 12/14 2,- m  
 paalafstand 10/12 4,- m



Bijlage B 72.2. Overzicht schade aan constructie

Proef	Paal	Afstandhouder	Geleiderail
B 72	mm af/ingescheurd		
	fundatieblok om	beschadigd	gaten
	aangereden	lip	deuken
	meegenomen	verbinding paal	uitgewalst
	krom/getordeerd	verbinding rail voor	geplooid
	c o n s t r u c t i e s v o l l e d i g v e r n i e l d	verbinding rail achter	knik in rail voor
		gaten	knik in rail achter
		deuken	scheur in rail voor
		uitgewalst	scheur in rail achter
		geplooid	
		knik in rail voor	
		knik in rail achter	
		scheur in rail voor	
	scheur in rail achter		



Bijlage B 72.3. Overzichtstekening proef B 72

Bijlage B 73.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefresultaat

	a	b	c
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

gelaste palen zie bijlage B 73.2.1-1

Constructies volledig vernield

Proefnummer : B73  
 Datum : 11-7-'71  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 56 km/h  
 Voertuig : bus  
 Gewicht : 8500 kgf  
 Belading : -

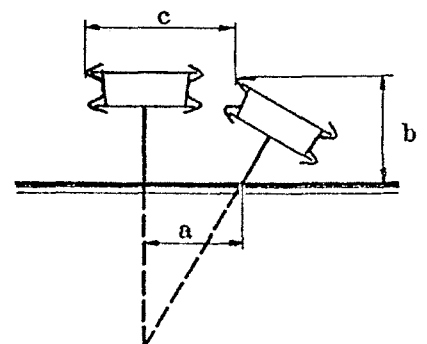
**CONSTRUCTIES:**

**Doorgaande constructie**

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333 m

**Slagboomconstructie**

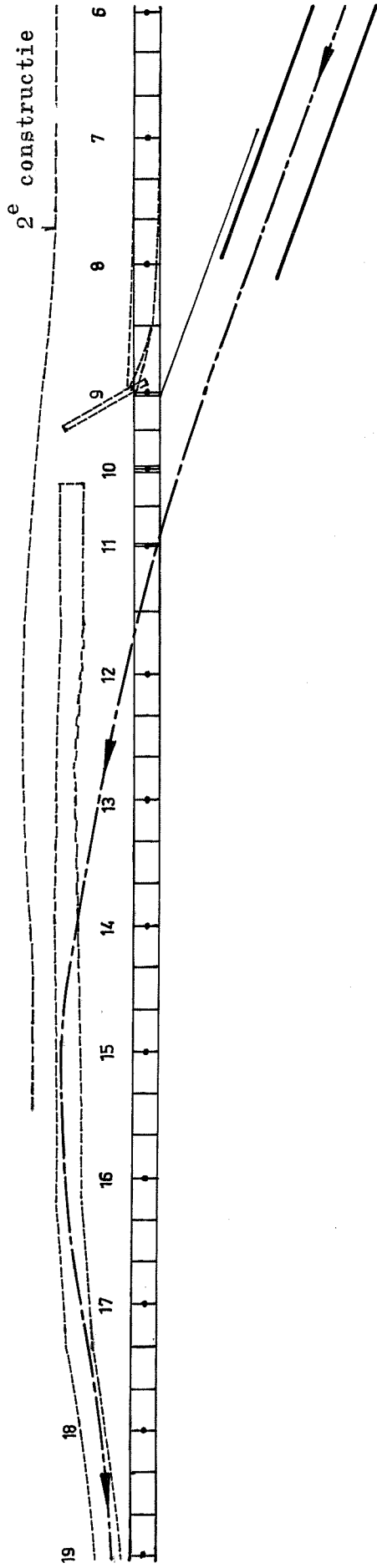
van paal 8 t/m paal 12  
 beweegbare deel paal 9 t/m paal 11  
 materiaal: staal  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/9 en 11/12 4,- m  
 paalafstand 9/11 2,50 m



Bijlage B 73.2. Overzicht schade aan constructie

Proef	Paal	Afstandhouder	Geleiderail
B 73	af/ingescheurd		
	fundatieblok om		
	aangereden		
	meegenomen		
	krom/getordeerd		
	beschadigd		
	lip		
	verbinding paal		
	verbinding rail voor		
	verbinding rail achter		
	gaten		
	deuken		
	uitgewalst		
	geplooid		
	knik in rail voor		
	knik in rail achter		
	scheur in rail voor		
	scheur in rail achter		

constructies volledig vernield



Bijlage B 73.3. Overzichtstekening proef B 73

Bijlage B 74.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefnummer: B74

	a	b	c	d	e
6	-	68	0	3	
7	-	71	1	3	
8		79	15		
9		81	63		88
10		82	89		101
11		79	109		125
12		83	120		138
13	40	80	91	6	123
14	33	76	52	3	104
15	19	73	24	-	83

I-gelaste palen zie bijlage B 74.2

Proefnummer : B74  
 Datum : 28-1-'72  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 58 kg/h  
 Voertuig : bus  
 Gewicht : 8500 kg  
 Belading : -

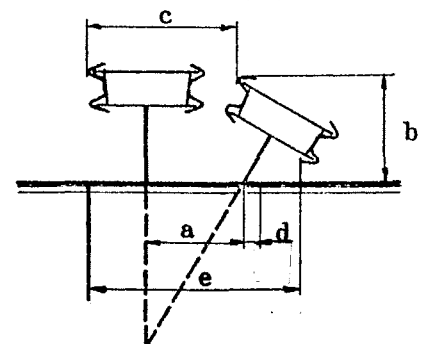
**CONSTRUCTIES:**

Doorgaande constructie

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333 m

Slagboomconstructie

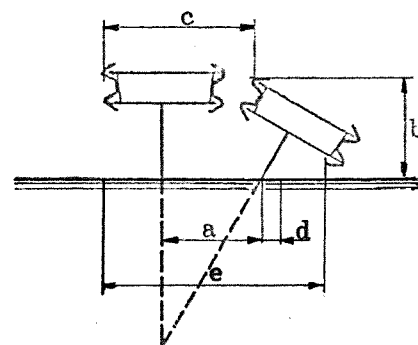
van paal 8 t/m paal 12  
 beweegbare deel paal 9 t/m paal 11  
 materiaal: staal  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/9 en 11/12 4,- m  
 paalafstand 9/11 2,50 m



Bijlage 74.1. Overzicht statische uitbuiging constructie  
 Proefresultaten (vervolg)

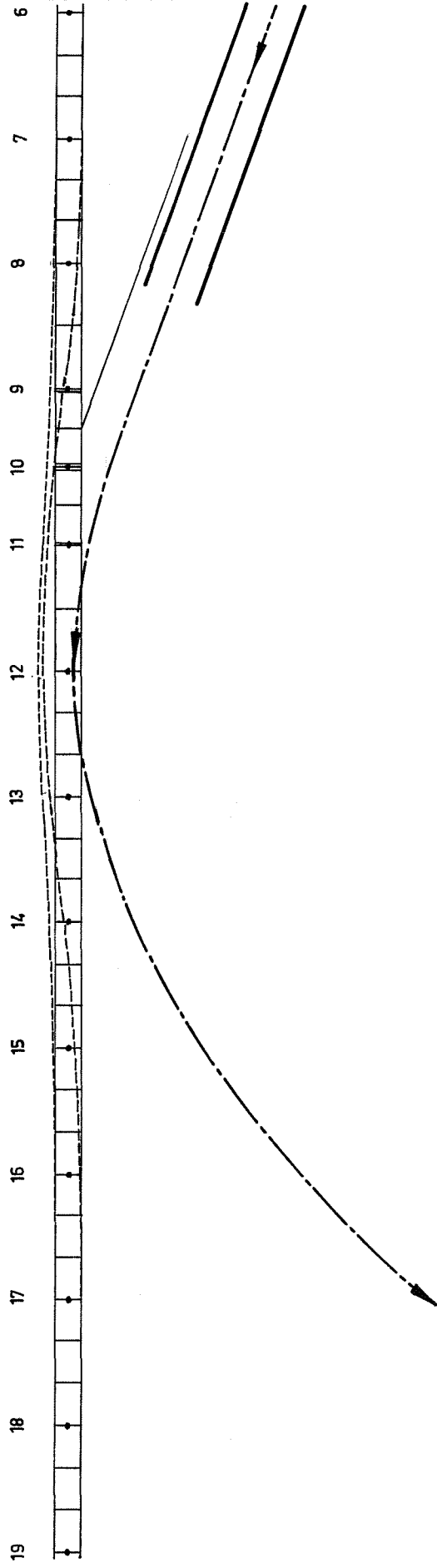
	a	b	c	d	e
16	8	70	8	-	-
17	3	72	0		4
18					6
19					
20					
21					
22					
23					

Proefnummer: B74









Bijlage B 74.5.1. Overzichtstekening proef B 74

Bijlage B 75.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

	a	b	c	d
6				
7	0,5	68	0	2
8		74	7	
9		79	+20	
10		82	30	
11		82	31	
12		74	8	
13	-	70	3	1,5
14	1	70	6	
15	3	70	11	6

gelaste palen zie bijlage B 75.2.2

Proefnummer : B75  
 Datum : 1-6-'72  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 83 km/h  
 Voertuig : Opel Rekord  
 Gewicht : 965 kgf  
 Belading : -

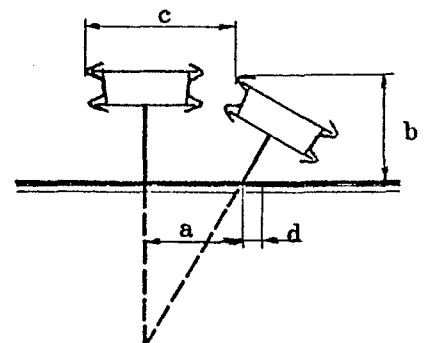
**CONSTRUCTIES:**

Doorgaande constructie

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouderafstand 1,333 m

Slagboomconstructie

van paal 8 t/m paal 12  
 beweegbare deel paal 9 t/m paal 11  
 materiaal: staal  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/9 en 11/12 4,- m  
 paalafstand 9/11 2,50 m

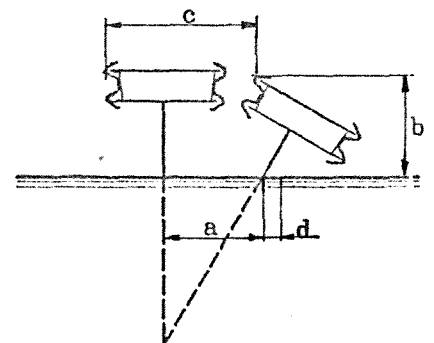


Bijlage B 75.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

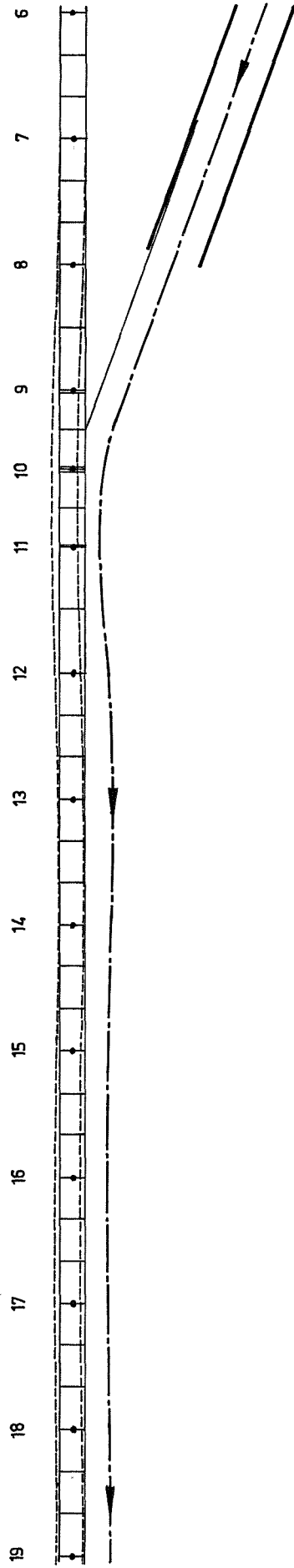
Proefprofiel 21 (vervolg)

	a	b	c	d
16	5	70	16	4,5
17	6	70	16	0,5
18	6	70	17	0,5
19	6,5	70	15	0
20	6,5	70	16	2
21	5	70	11	2,5
22	2,5	70	7	0
23	-	70	-	-

Proefnummer: B75







Bijlage B 75 23. Overzichtstekening proef. B 75

Bijlage B 76.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefresultaten

	a	b	c	d
6				
7		70	0	3
8		75	8	
9		83	41	
10		81	64	
11		60	76	
12		72	100	
13	1)	74	106	
14	1)	72	85	
15	27	73	56	

b-gelaste palen zie bijlage B 76.2-2

Proefnummer : B76  
 Datum : 1-6-'72  
 Inrijhoek : 20°  
 Snelheid : 75 kg/h  
 Voertuig : Bedford  
 Gewicht : 3100 kgf  
 Belading : -

**CONSTRUCTIES:**

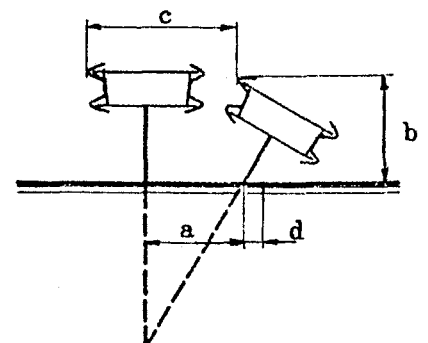
Doorgaande constructie

tweezijdig uitgebouwd  
 NEHER afstandhouder  
 SWOV paal met breekbouten  
 paalafstand 4,- m  
 afstandhouder afstand 1,333 m

Slagboomconstructie

van paal 8 t/m paal 12  
 beweegbare deel paal 9 t/m paal 11  
 materiaal: staal  
 tweezijdig uitgebouwd  
 gelaste afstandhouder  
 gelaste SWOV paal  
 steekbusconstructie  
 lasdikte 3 mm rondom gelast  
 paalafstand 8/9 en 11/12 4,- m  
 paalafstand 9/11 2,50 m

1) Niet op te meten.

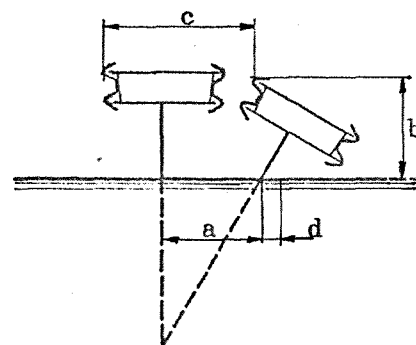


Bijlage B 76.1. Overzicht statische uitbuiging constructie

Proefresultaten (vervolg)

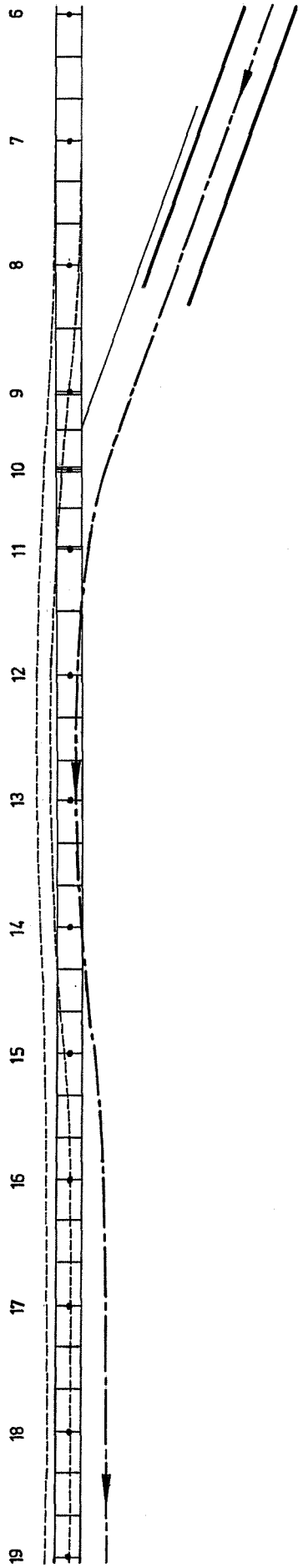
	a	b	c	d
16	16	73	38	
17	13	73	38	
18	10	72	34	2
19	14	74	36	1
20	14	73	38	4
21	10	72	26	2
22	5	71	14	-
23	-	70	-	-

Proefnummer: B76









Bijlage B.76.33. Overzichtstekening proef. B.76