



TNO-rapport
740880085

Schoemakerstraat 97
Postbus 237, 2600 AE Delft
Telefoon 015 - 56 93 30
Telex 38071 zptno nl

Aanbevelingen inzake het rijgedrag, ergonomie van de cabines van
brandweervoertuigen (Crashtenders) en de training van chauffeurs.

Auteurs

ir. P.A.J. Ruijs (IW)

drs. J.E. Korteling (IZF)

Opdrachtgever

Luchthaven Brandweer Schiphol

Postbus 7501

1118 ZG Luchthaven Schiphol

Datum

15 November 1988

Gezien

P.D. van der Koogh (directeur)

Samenvatting

Ten behoeve van aanbevelingen bij aanschaf van nieuwe brandweerauto's (zgn. Crashtenders) is het rijgedrag, en de ergonomie van de cabine onderzocht.

Ergonomie cabine:

de cabine waarvoor belangstelling is en die wordt toegepast in de SAV-04 is ergonomisch gezien een goede keuze. Met name het gemak van de bedieningsmiddelen en het ruime trillings-, geluids- en zitcomfort zorgen voor comfort en gemak bij het uitvoeren van de chauffeurstaak.

Rijgedrag

Door het hoge zwaartepunt en zachte banden in verband met het terreinrijden hebben de brandweervoertuigen en met name de MAC 11 rijeigenschappen die verschillen van normale vrachtwagens. Rekening houdend met het type voertuig is het rijgedrag van de MAC 11 redelijk te noemen met als nadelige aspecten het sterk overhellen in de bocht en het verschil in gedrag tussen linker en rechter bochten.

Door het goede comfort van de cabine voelt de chauffeur minder goed welke krachten optreden tijdens het rijden en welke bewegingen het voertuig maakt. Het is dus van essentieel belang dat bij de opleiding en training van de chauffeurs hiermee rekening wordt gehouden. De rij oefeningen dienen naast terreinrijden ook specifieke oefeningen op de weg in te houden. Een vereiste hierbij is dat het oefen voertuig dezelfde eigenschappen moet hebben als de brandweervoertuigen.

INHOUDOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	ERGONOMIE CABINE CRASHTENDERS	5
2.1	Procedure	5
2.2	Resultaten	7
2.3	Algemene opmerkingen	10
3	RIJGEDRAG CRASHTENDER	12
3.1	Stationaire cirkelproef	13
3.2	Stapvormige stuurbeweging	16
3.3	Stochastisch sturen	18
3.4	Beoordeling rijgedrag	19
4	OPLEIDING EN TRAINING CHAUFFEURS	21
4.1	Training	21
5	CONCLUSIES	23
6	LITERATUURLIJST	26

APPENDIX A ERGONOMISCHE CHECKLIST VRACHTWAGENCABINES (IZF-TNO)

1 INLEIDING

Voor een efficiënte en veilige taakuitvoering dienen brandweervoertuigen afgestemd te zijn op de mogelijkheden en beperkingen van hun bestuurders. Brandweervoertuigen worden gebruikt onder omstandigheden waarbij het van groot belang is beslissingen in korte tijd te nemen. Door een goed voertuig (ergonomisch en rijgedrag) wordt het risico op het maken van (menselijke) fouten verkleind en kan de taak sneller worden uitgevoerd. Ook een goede selectie, opleiding en training van chauffeurs verbeteren de taakprestatie. In alarmsituaties kan de tijdswinst die dit oplevert, hoe klein deze soms ook is, levensreddend zijn.

Ter voorkoming van ongevallen zoals deze zich in de afgelopen jaren hebben voorgedaan is de Brandweer van de Luchthaven Schiphol geïnteresseerd in richtlijnen voor de aanschaf van nieuwe brandweerauto's. Tevens wordt gedacht aan een betere opleiding van chauffeurs voor de brandweerauto's.

In dit verband is een onderzoek uitgevoerd aan bestaande brandweervoertuigen naar de volgende aspecten:

1. ergonomie van de chauffeursplaats
2. rijgedrag van de brandweervoertuigen

In de hierna volgende hoofdstukken wordt op elk onderwerp dieper ingegaan en aansluitend wordt in een apart hoofdstuk suggesties gegeven voor verbetering van de opleiding en training van chauffeurs.

2 ERGONOMIE CABINE CRASHTENDERS

Brandweervoertuigen worden gebruikt onder omstandigheden waarin het belang van het snel nemen van de juiste beslissingen, soms onder moeilijke omstandigheden, groot is. Door een goede ergonomische vormgeving wordt de kans op het maken van (menselijke) fouten verkleind en kan de taak sneller worden uitgevoerd.

Omdat de ergonomische vormgeving van producten bij fabrikanten meestal niet de hoogste prioriteit heeft, is het voor gebruikers van brandweervoertuigen van belang dat bij de aanschaf van nieuwe voertuigen zonodig sturend en corrigerend opgetreden wordt. In dit verband geeft het volgende het verslag van een ergonomische evaluatie van de chauffeursplaats van het brandweervoertuig waarvoor men op dit moment de meeste belangstelling heeft. Deze cabine behoorde bij een Snel Aanvals Voertuig 04 (SAV- 04). Het onderzoek werd uitgevoerd met behulp van een checklist die op de Luchthaven Schiphol door TNO-medewerkers werd ingevuld. Daarbij werd tevens gelet op punten die niet door de checklist bestreken werden. Voorts wordt in dit verslag aangegeven waar verbeteringen zouden kunnen worden aangebracht.

2.1 Procedure

Voor de ergonomische evaluatie van de voertuigcabines werd een checklist gebruikt die door het TNO Instituut voor Zintuigfysiologie ontwikkeld is bij de ergonomische evaluatie van legervoertuigen. De gegevens van deze legervoertuigen vormen het vergelijkingsmateriaal voor nieuw te beoordelen voertuigen, zoals brandweervoertuigen. De checklist is gebaseerd op objectief vast te stellen gegevens en normen. Er zijn 53 ergonomische aspecten in opgenomen. De checklist, zoals deze voor de SAV-04 is ingevuld, is opgenomen als bijlage 1. De checklist is in acht categorieën ingedeeld. Hieronder zijn deze categorieën weergegeven, met tussen haakjes het aantal aspecten per categorie.

Uitzicht	(8)
Geluidsniveau	(3)
Trillingscomfort	(2)
Plaatsing van schakelaars	(8)
Gemak van bedieningsmiddelen	(10)
Informatiepresentatie	(6)
Zitcomfort	(8)
Gemak van in- en uitstappen	(8)

Het eindoordeel dat deze lijst oplevert stoelt op de som van de scores op deze categorieën, waarbij rekening gehouden wordt met het relatieve

belang (gewicht) van de categorieën. Zo wordt het uitzicht bijvoorbeeld belangrijker geacht dan de informatiepresentatie. Categoriescores zijn op hun beurt weer gebaseerd op de som van de aspecten binnen een categorie, waarbij eveneens rekening gehouden wordt met het relatieve belang van deze aspecten. Om het belang van de categorieën en aspecten mee te kunnen wegen werd in eerder onderzoek door experts voor lichte vrachtauto's van de Koninklijke Landmacht een gewichtsverdeling gemaakt (Korteling en Osinga, 1988). Omdat de aard van de werkomstandigheden van de luchthavenbrandweer op vele punten sterke overeenkomsten vertoont met die van militairen leek het gerechtvaardigd deze gewichtsverdeling ook in het onderhavige onderzoek te gebruiken.

De meetwaarden die een checklist oplevert worden op verschillende schalen en in verschillende eenheden uitgedrukt (graden, dB(A), cm, trillingen). Daarom worden de ruwe aspecten omgezet in vergelijkbare scores met een gemiddelde van 0.00 en een standaarddeviatie van 1.00. Deze aspectscores worden gewogen en vervolgens per categorie gemiddeld. Dit levert de categoriescores op. Op analoge wijze levert het gemiddelde van de gewogen categoriescores een totaalscore op. Deze totaalscore representeert in een getal de ergonomische kwaliteit van een voertuig.

2.2 Resultaten

Met een totaalscore van 206 steekt de beoordeelde SAV ergonomisch buitengewoon gunstig af tegen de vergelijkingsvoertuigen uit het leger. Deze hebben een gemiddelde totaalscore van 0.00, een standaarddeviatie (spreidingsmaat) van 120, en een range van -163 tot 239. Van alle 18 tot nu toe gemeten voertuigen komt de SAV-04 daarmee op de tweede plaats. De categoriescores van de SAV-04 geven meer gedifferentieerde informatie. Deze scores worden onderling vergelijkbaar door ze te delen door de standaarddeviaties van de gemiddelde categoriescores van de vergelijkingsgroep. Dit levert gestandaardiseerde categoriescores op (zie tabel 1).

tabel 1: Ergonomische categoriescores en gestandaardiseerde categoriescores van de SAV-04

categorie	score	gestand. score
Uitzicht	0.8	0.18
Geluidsniveau	47.3	1.56
Trillingscomfort	67.8	1.44
Plaatsing van schakelaars	-1.6	-0.61
Gemak van bedieningsmiddelen	15.8	4.36
Informatiepresentatie	2.3	0.35
Zitcomfort	4.6	0.65
Gemak van in- en uitstappen	-2.1	-0.42

*Ook hier geldt weer dat de gemiddelde score van de beproefde legervoertuigen voor alle categorieën 0.00 is.

De gestandaardiseerde categoriescores laten zien hoeveel standaarddeviaties de SAV-04 hoger (positieve waarden) of lager (negatieve waarden) scoorde dan het gemiddelde van de vergelijkingsgroep. Hieruit blijkt dat de SAV-04 op zes van de acht categorieën boven het gemiddelde (0.00) scoorde; vooral bij de scores op de categorieën geluid, trillingen en gemak van bedieningsmiddelen zijn de verschillen ten gunste van de SAV-04 fors. In de volgende paragrafen worden de resultaten per categorie besproken.

* Uitzicht

Het uitzicht naar voren is bij de SAV-04 uitstekend. Dit komt mede doordat de chauffeur in het midden zit, waardoor alle

raamstijlen zich op betrekkelijk grote afstand bevinden. Deze middenpositie heeft mede tot gevolg dat het uitzicht door de linker en rechter zijruiten gelijk is, terwijl normaliter het uitzicht door de linkerruit(en) beter is dan door de rechterrui(en). Direct uitzicht naar achteren is vanwege de tankinstallatie achterop het voertuig niet mogelijk. Gezien de functie van de brandweervoertuigen in terrein zonder veel verkeer is dit alleen nadelig bij het manouvreren rond de brandweerposten en rond brandhaarden. De buitenspiegels voldeden echter ruimschoots aan de gestelde normen. Oefening in het rijden op deze buitenspiegels wordt daarom aanbevolen, mede omdat uit gegevens van de Koninklijke Landmacht blijkt dat de meeste ongevallen bij het achteruitrijden plaatsvinden.

Het zicht op de weg voor de bumper bleek uitstekend. Maximaal mag hier 4.00 meter aan het zicht onttrokken zijn; bij de SAV-04 varieerde dit van 1.60 - 2.60 meter.

Op grond van deze resultaten kan gesteld worden dat beperkingen in het uitzicht geen belangrijke factor zal zijn bij het van de weg raken van de brandweervoertuigen.

* Geluid en Trillingen

In het algemeen hebben een laag geluid- en trillingsniveau een positieve invloed op het rijgedrag. De SAV-04 cabine is bijzonder rustig. De geluidbelasting is laag en het voertuig dempt trillingen die tijdens het rijden ontstaan goed. Op beide categorieën werd aanzienlijk boven het gemiddelde van de vergelijkingsgroep gescoord. De geluidbelasting bleef ruim onder de norm van 78 dBA; vooral bij hogere snelheden bleef de SAV-04 cabine relatief stil. Voor een goede communicatie tijdens het uitrukken is dit voor brandweervoertuigen essentieel.

De trillingen werden gemeten op de vloer van de cabine. Dit impliceert dat de afgeveerde zittingen nog eens een extra damping opleveren. Voor de bestuurder betekent dit dat er nauwelijks sprake zal zijn van hinderlijke trillingen die de taakuitvoering kunnen verhinderen. Een nadeel van de afgeveerde stoelen is dat ze het contact met het voertuig belemmeren. De bestuurder merkt hierdoor niet goed welke krachten er spelen en welke bewegingen het voertuig precies maakt. Omdat men hierdoor de mate waarin het voertuig beheerst wordt kan overschatten, is dit een factor die chauffeurs tot lichtzinnig rijgedrag kan aanzetten.

* Plaatsing van schakelaars

De handel van de ruitenwissers was links van de stuurkolom

geplaatst. Dit komt niet overeen met de gebruikelijke plaatsing van deze schakelaar. Hetzelfde gold voor de verlichtingsschakelaars, die rechtsboven de bestuurder geplaatst waren. Deze dienen zich links van het stuur te bevinden. Als chauffeurs regelmatig met deze afwijkingen geconfronteerd worden, zijn bovengenoemde punten van weinig belang. Beter zou het echter zijn dat dit soort schakelaars op meer voor de hand liggende en gemakkelijk te bereiken posities waren geplaatst. Voor beginnende chauffeurs bevordert dit het leerproces en de kans op verwarring met andere bedieningsmiddelen, met name in stressvolle situaties (groot alarm), is dan minimaal.

* Gemak van bedieningsmiddelen

Het gemak waarmee de SAV-04 bediend kan worden is haast optimaal. Het stuur is bekrachtigd; de pedalen en de parkeerrem bewegen soepel; de transmissie is automatisch; er is voldoende ruimte tussen en rond de pedalen. De stoel is echter niet recht voor de pedalen geplaatst en de hoogte van het gas- en rempedaal ten opzichte van elkaar is niet juist. Een lagere plaatsing van het rempedaal zal in noodgevallen hogere rem-actiesnelheden opleveren.

* Informatiepresentatie

Aan schakelaars moet goed te zien zijn welke functie deze hebben en in welke stand ze staan. Nog beter is het als hiervoor een extra voorziening is getroffen, zoals een controlelampje of een tikkerautomaat. Over het algemeen bleek deze informatie goed gepresenteerd. Alleen van het grootlicht bleken de functie en de stand niet goed te zien. Verder waren de cijfers op de snelheidsmeter aan de kleine kant. Omdat er op Schiphol vanwege de lage bandenspanning voor de brandweervoertuigen in niet-alarm situaties een maximum kruissnelheid van 70 km/h wordt gehanteerd, is het verstandig op dit punt een duidelijke markering op de snelheidsmeter aan te brengen.

* Zitcomfort

Alle aspecten die betrekking hadden op de zitting bleken te voldoen aan de gestelde voorwaarden. Wat betreft de ruimten rond de zitting was er voldoende plaats voor de bovenbenen tussen het stuur en de zitting. Alleen de instelbaarheid van de zitting in achterwaardse richting ten opzichte van de optimale afstand van de pedalen was beperkt. Dit kan voor lange bestuurders tot enig discomfort leiden.

* Gemak van in - en uitstappen

Het gemak van in- en uitstappen wordt als een van de minst belangrijke ergonomische categorieën beschouwd. Voor brandweervoertuigen zal dit echter minder opgaan omdat juist hier iedere seconde tijdwinst van groot belang kan zijn. De negatieve score van de SAV-04 cabine op deze categorie werd veroorzaakt door de grote hoogte van de zitting boven het wegdek, de weliswaar hoge maar smalle deur, en de beperkte ruimte tussen dashboard en bestuurdersstoel. Alleen het laatste punt lijkt eenvoudig voor verbetering vatbaar door de stoel wat verder naar achteren instelbaar te maken. Dit zou voor lange bestuurders tevens het zitcomfort verhogen. Handgrepen en afsteunvlakken waren voldoende aanwezig.

2.3 Algemene opmerkingen

Tijdens de ergonomische datavergaring en bij gesprekken met brandweer-employees zijn een paar dingen naar voren gekomen, die een opmerking waard zijn.

* Boven de voorruit had de SAV-04 een groot bord met displays en indicaties die vooral een controle functie hebben. Rechts op dit bord was een groep van acht rode controle lampjes geplaatst. Gezien hun belangrijke functie is deze plaatsing voor vier van deze lampjes niet opvallend genoeg. De volgende lampjes zouden beter in het zicht geplaatst moeten worden: dynamo, remvloeistof, ABS-storing en slijtage remblokjes. De slechte zichtbaarheid van deze lampjes werd nog versterkt doordat de lichtintensiteit niet hoog genoeg was. Belangrijker was echter nog dat dat bij de lampcontrole maar vier controlelampjes oplichtten. Dit betekent dat de lampcontrole voor vier lampjes, waaronder remvloeistof en slijtage remblokjes, niet plaatsvond. Bovendien zal hierdoor een defect minder opvallen en wellicht over het hoofd gezien worden. Bij nadere inspectie bleek dat het controlelampje voor de remvloeistof, dat niet oplichtte, wel te functioneren. Het leek er dus op dat deze deficiente lampcontrole niet aan lampuitval te wijten was.

* Het lijkt aan te bevelen bij de rechter zitplaats een aansluiting voor communicatieapparatuur te laten installeren. In gevallen dat een voertuig dan slechts door twee man bezet kan worden, kan zowel vanaf de plaats van de

voertuigbevelhebber (rechts) als vanaf de plaats van de groepsbevelhebber (links) de communicatie met andere eenheden verzorgd worden. Dit betekent dat de chauffeur niet in de uitvoering van zijn taak gehinderd behoeft te worden wanneer de voertuigbevelhebber de communicatieapparatuur vanaf zijn rechter zitplaats zou moeten bedienen.

- * Bij een ongeval met brandweervoertuigen ontstaat vaak ernstig persoonlijk letsel doordat apparatuur ondeugdelijk in de cabine geplaatst of bevestigd zit. Door aandacht te besteden aan de plaatsing en het gebruik van goede bevestigingsmiddelen kan letsel door weggeslingerde of slecht geplaatste onderdelen worden voorkomen. Daarom dient gezorgd te worden voor een deugdelijke bevestiging van alle apparatuur die bij een botsing of kanteling door de cabine kan gaan slingeren. Hierbij kan gedacht worden aan de mobilfoon, eventuele in de cabine aanwezige luchtflessen en blustoestellen, koevoet/breekijzer, handlampen, messen e.d.. Het meeste hiervan dient in een vergrendelde bak of in de materieelruimte te worden meegevoerd. Wordt om tactische redenen toch gekozen voor plaatsing in de cabine dan dienen goede rekken en transportbeugels in het voertuig te worden aangebracht. Bruikbare adviezen op gebied van letselpreventie worden gegeven in de brochure Letselpreventie in en ongevalspreventie voor brandweervoertuigen (Versnel & Verhage, 1988). In verband met letselpreventie spreekt het voor zichzelf dat het gebruik van de gordels onder alle omstandigheden verplicht zou moeten worden gesteld.

3 RIJGEDRAG CRASHTENDER

Naast een goed weggedrag dienen de Crashtenders van de Luchthavenbrandweer Schiphol voor hun taakuitvoering te beschikken over een groot acceleratie vermogen en een goede terreinvaardigheid. Dit heeft mogelijke consequenties voor het rijgedrag. Dit kan zowel in positieve als negatieve zin zijn. Het betreft zware voertuigen van 20 tot 30 ton en met een hoog zwaartepunt.

Het feit dat de voertuigen voorzien zijn van grote tanks met vloeibare inhoud, betekent dat de lading tijdens het rijden kan verplaatsen (klotsen) in het geval van niet volledig gevulde tanks. In bochten zal door centrifugaalkrachten en trillingen de vloeistof tegen de wand opklimmen. Dit kan leiden tot grote verplaatsingen van het zwaartepunt en dientengevolge sterker rollen van het voertuig. Gevaar van omvallen is dan niet denkbeeldig. Bij de Crashtenders speelt dit uit praktische overwegingen een geringe rol. De voertuigen staan altijd paraat, dus de tanks zijn volledig gevuld.

Op het gebied van het rijgedrag zijn geen gegevens bekend van Crashtenders, wat voornamelijk het gevolg is van het specifieke doel van deze voertuigen. De aantallen zijn gering en ieder voertuig wordt naar wens van de koper gebouwd.

Om te kunnen komen tot aanbevelingen voor nieuwe Crashtenders mbt. de rijvaardigheid is een oriënterend onderzoek uitgevoerd, waarbij de resultaten vergeleken zullen worden met andere typen vrachtwagens. Dit onderzoek omvat een drietal rijproeven waarmee het bocht-, overgangs- en dynamisch gedrag van een Crashtender wordt bepaald.

Als testvoertuig is een type gekozen welke op korte termijn door de Luchthavenbrandweer Schiphol wordt overwogen om aan te schaffen. Dit is de Crashtender MAC 11 van SAVAL-KRONENBURG met de volgende gegevens:

voertuig	: MAC 11
gewicht beladen	: 29 ton
banden	: merk - MICHELIN
	type - 2.05 R 25 XRB
	pi - 4.5 bar (bandenspanning)
spoorbreedte	: 2.20 m
wielbasis	: 4.42 m (vooras tot midden achterassen)
zwaartepunt	: 2.47 m achter vooras

De bandenspanning van 4.5 bar is laag voor vrachtwagens van deze gewichtsklasse. Zowel de banden als bandenspanning zijn bepaald door de terreinvaardigheid. Voor het rijgedrag op verharde wegen betekent dit een vermindering van het voertuiggedrag. Vandaar dat de rijproeven ook

zijn uitgevoerd met verhoogd bandenspanning. De waarde van de hogere bandenspanning van 6 bar werd bepaald door de capaciteit van de gebruikte compressor en is lager dan voorgesteld was (7 bar).

De drietal rijproeven, welke in de hierna volgende paragrafen behandeld worden, zijn:

1. stationaire cirkelproef : bochtgedrag
2. stapvormige stuurbeweging : overgangsgedrag
3. stochastische stuurbeweging : dynamisch gedrag

Conditie:

- beladen voertuig
- bandenspanning: 4.5 en 6.0 bar

Bij deze rijproeven zijn de volgende grootheden gemeten:

1. snelheid
2. dwarsversnelling (ay)
3. gierhoeksnelheid; rotatiesnelheid in de bocht (r)
4. rolhoek
5. sliphoek; stand voertuig t.o.v. van zijn bewegingsrichting

3.1 Stationaire cirkelproef

De stationaire cirkelproef bestaat uit het rijden van een cirkelpad met constante straal bij diverse snelheden. De snelheid wordt langzaam opgevoerd tot aan de maximum haalbare snelheid. Bij deze snelheid gaat het voertuig slippen, uitbreken of omrollen. In het geval van de MAC 11 zal het laatste verschijnsel optreden, wat normaal is bij vrachtwagens. De oorzaak is gelegen in de hoge ligging van het zwaartepunt. Zowel links- als rechtsom is het cirkelpad met een straal van 46 m verreden.

De volgende kengrootheden worden bij deze proef bepaald:

1. onderstuur/overstuur factor
Met deze factor wordt het verschijnsel beschreven, dat bij toenemende snelheid er meer of minder gestuurd moet worden om het voertuig het cirkelpad te laten vervolgen. De factor is positief bij onderstuur en negatief bij overstuur.

2. rolfactor

De rolfactor geeft aan hoeveel het voertuig overhelt in de bocht.

3. dwarsversnellingsbereik

Deze kengrootheid geeft aan hoe groot de capaciteit van het bewuste voertuig in bochten is en wordt alleen gebruikt voor vergelijk met andere categorieën van voertuigen. Bovendien zegt de waarde iets over de ligging van het zwaartepunt.

tabel 2: kengrootheden stationaire cirkelproef

parameter	een- heid	MAC 11		KL vracht- wagens	personen- auto's
		pi=4.5	pi=6.0		
over/onderstuur factor	$^{\circ}\text{s}^2/\text{m}$	-5.0	-2.9	20.0-28.4	1.0-7.0
rol factor	$^{\circ}\text{s}^2/\text{m}$	2.0	1.9	0.9- 1.6	0.2-0.6

tabel 3: maximum haalbare dwarsversnelling

voertuig (beladen)	maximum dwarsversnelling m/s^2		
	l & r	links	rechts
MAC 11, pi=4.5 bar	4.5	4.5	3.5
MAC 11, pi=6.0 bar	4.2	4.2	3.9
lichte vrachtwagen	3.6-4.2		
zware vrachtwagen	2.9-3.4		
trekker & oplegger	3.9-4.2		

De resultaten van de cirkelproef staan in bovenstaande tabellen 2 en 3. Uit de onderstuur/overstuur factor blijkt dat de MAC 11 een gering overstuur gedrag vertoont. Voor zwaar beladen vrachtwagens is dit niet abnormaal, daar belading een sterk overstuur effect tot gevolg heeft. De bandenspanning heeft een gering effect bij deze kengrootheid.

De rolfactor van de MAC 11 is zeer groot en kan als extreem worden beoordeeld, zelfs in vergelijk met de KL-vrachtwagens. De MAC 11 helt zeer sterk over in de bocht. De bandenspanning heeft enig invloed, maar

de extremititeit wordt er niet door verholpen.

De maximale haalbare dwarsversnelling is in vergelijking met de andere typen voertuigen van een dusdanig niveau dat het als goed mag worden beoordeeld.

tabel 4: kengrootheden stationaire cirkelproef per bocht van MAC 11

parameter	een- heid	pi=4.5 bar		pi=6.0 bar	
		links	rechts	links	rechts
over/onderstuur factor	$^{\circ}\text{s}^2/\text{m}$	-1.1	-5.8	0.3	-3.7
rol factor	$^{\circ}\text{s}^2/\text{m}$	1.6	2.1	1.6	2.1

Tijdens de metingen is opgevallen dat de MAC 11 zich afhankelijk van de bocht verschillend gedraagt. De linkerbocht kon met hogere snelheden verreden worden dan de rechterbocht. Het gedrag van de MAC 11 is dus richtingsafhankelijk wat duidelijk blijkt uit de resultaten als we ze opsplitsen naar de afzonderlijke bochten (zie tabel 3 en 4). Zowel de rolfactor als de maximum dwarsversnelling zijn dan sterk verschillend per bocht. De bandenspanning heeft nu ook enige positieve invloed. Bij hogere bandenspanning wordt het onderling verschil tussen de dwarsversnellingsniveau's minder.

De oorzaak van dergelijke verschillen moet meestal gezocht worden in gewichtsverdeling van het voertuig. Het zwaartepunt bevindt zich dan niet midden tussen de wielen en in de bocht waarbij het zwaartepunt het meest aan de buitenzijde bevindt zal sterker overhellen optreden. Echter de invloed van de bandenspanning zou dan niet zo groot zijn.

Of het zwaartepunt uit het midden ligt kan vastgesteld worden door de wielbelastingen te meten (zie tabel 5). Hieruit blijkt overduidelijk dat dit niet het geval is.

Met de beschikbare gegevens kan de oorzaak van het asymmetrisch gedrag van het voertuig niet bepaald worden. Hiervoor zal een nader onderzoek noodzakelijk zijn.

tabel 5: wielbelasting MAC 11

positie wiel	wielbelasting [kN]	
	links	rechts
voor	39.5	40.5
midden	59.5	59.5
achter	44.5	44.0

Ten gevolge van het asymmetrische gedrag van de MAC 11 wordt deze minder goed beoordeeld door het veiligheidsverlagend effect. De bestuurder kan een parcours niet met dezelfde snelheid afleggen als de rijrichting wordt omgekeerd.

3.2 Stapvormige stuurbeweging

Bij de stapvormige stuurbeweging wordt het inrijden in de bocht onderzocht. Het voertuig rijdt in eerste instantie rechtuit met een snelheid van 64 km/h en op zeker moment wordt het stuur in zo kort mogelijke tijd naar een gewenste stand verdraaid. De stuuruitslag wordt stapsgewijs verhoogd. Vanwege het feit dat de MAC 11 niet was uitgerust met een omrolbeveiliging zijn geen extreem grote stuuruitslagen toegepast.

De bedoeling van deze test is om de responsie van de MAC 11 vast te stellen. Een belangrijk aspect hierbij is de reactie snelheid. De kengrootheden die uit deze test kunnen worden verkregen zijn:

1. gain r ; gierhoeksnelheidsversterking
Deze factor geeft de mate aan waarin het stuur verdraaid moet worden om een bepaalde boogrotatie te verkrijgen.
2. Tresp; responsie tijden van de dwarsversnelling (a_y) en gierhoeksnelheid (r)
Deze tijd geeft aan hoe snel de beweging van het voertuig volgt op de stuurbeweging. Korte tijden zijn gewenst.
3. Tpiek; piek responsie tijden van a_y en r
Bij een stapvormige stuuractie zal de beweging van het voertuig tijdelijk iets groter worden dan verwacht zou worden uit de grootte van de stuurhoek en de snelheid. Met deze factor wordt

de tijd aangegeven voordat de maximum waarde van de beweging wordt bereikt. Ook hier geldt dat korte tijden beter worden beoordeeld.

4. overshoot factor van a_y en r

De overshoot factor geeft aan hoeveel groter de maximum waarde is ten opzicht van de uitgedempte waarde in de bocht.

5. TB-factor

Deze factor heeft duidelijke correlatie met de subjectieve beoordeling van bestuurders. Hoe kleiner de TB-factor des te beter de beoordeling. De factor is het product van de sliphoeek (stand van de auto in de bocht t.o.v. de rijrichting) en de responsie tijd van de gierhoeksnelheid.

tabel 6: kengrootheden stapvormige stuuractie bij $a_y=2\text{m/s}^2$

parameter	een- heid	MAC 11		KL vrachtwagens	
		$\pi=4.5$	$\pi=6.0$		
gain r	1/s	0.081	0.091	0.083	- 0.095
Tresp, a_y	s	1.03	0.86	0.47	- 0.51
Tpiek, a_y	s	1.54	1.44	0.79	- 1.01
Overshoot a_y	-	1.08	1.11	1.16	- 1.27
Tresp, r	s	0.61	0.51	0.20	- 0.22
Tpiek, r	s	1.13	0.88	0.43	- 0.59
Overshoot r	-	1.04	1.01	1.25	- 1.59
TB-factor	s°	3.18	2.87	0.34	- 1.31

De resultaten van deze proef staan vermeld in tabel 6.

Het dwarsversnellingsniveau van 2 m/s^2 is vrij gering en is het gevolg van de neiging van de MAC 11 in de bocht om te rollen. Daar er geen rolbeveiliging aangebracht was is de maximale stuuruitslag beperkt gekozen, wat een lage maximum dwarsversnelling tot gevolg heeft.

De MAC 11 kan daardoor slechts vergeleken worden met de vrachtwagens van de Koninklijke Landmacht, omdat alleen van deze voertuigen gegevens bij dezelfde dwarsversnelling bekend zijn.

De kengrootheden van de MAC 11 zijn over de gehele linie minder dan van de KL-vrachtwagens. Dit is op zich niet zo verwonderlijk, de MAC 11 is een voertuig uit een zwaarder gewichtsklasse waardoor zijn reacties ook trager zijn.

De verhoogde bandenspanning van 6 bar geeft een duidelijke verbetering van de responsie van het voertuig. De benodigde stuuruitslag kan kleiner zijn en de responsie tijden zijn kleiner. Bovendien ligt de TB-factor lager.

Ook bij deze proef blijkt de response van de MAC 11 in een linkerbocht beter te zijn dan in een rechterbocht (zie tabel 7).

tabel 7: TB-factor bij de afzonderlijke bochten

voertuig	TB-factor	
	links	rechts
MAC 11, $p_i=4.5$ bar	1.6	4.8
MAC 11, $p_i=6.0$ bar	1.2	4.6

3.3 Stochastisch sturen

De test "stochastisch sturen" is uitermate geschikt voor het vaststellen van het dynamisch gedrag van een voertuig. Het gedrag wordt vastgelegd als functie van de stuurfrequentie. In het stuursignaal moeten minimaal frequenties tussen 0 en 2 Hz aanwezig zijn. De term "stochastisch" slaat op het feit dat de stuuracties onderling ongecorreleerd zijn.

Uit het frequentie gedrag van het voertuig worden de volgende kengrootheden verkregen:

1. bandbreedte van a_y en r
Hieronder wordt verstaan de maximum frequentie waarbij de voertuigbeweging het stuursignaal nog goed volgt.
2. F_{eq} (equivalente frequentie) van a_y en r
De beweging van een voertuig komt namelijk niet gelijktijdig met de stuuractie, er zit enig tijdverschil tussen. Met deze kengrootheid wordt de frequentie van de voertuigbeweging bedoeld waarbij het tijdverschil een bepaalde (frequentie) genormeerde waarde bedraagt.
3. T_{eq} (equivalente tijdconstante)
Deze kengrootheid is een andere wijze van presenteren van de equivalente frequentie van de gierhoeksnelheid.

tabel 8: kengrootheden stochastisch sturen

parameter	een- heid	MAC 11		KL vracht- wagens	personen- auto's
		pi=4.5	pi=6.0		
bandbreedte ay	Hz	0.5	0.5	0.7 - 0.93	0.7 - 1.3
Feq ay	Hz	0.2	0.2	0.4 - 0.6	-
bandbreedte r	Hz	0.6	0.6	1.7 - 2.4	2.1 - 3.5
Feq r	Hz	0.4	0.4	0.6 - 0.8	-
Teq	s	0.4	0.4	0.2 - 0.26	0.08- 0.3

De resultaten van deze proef staan vermeld in bovenstaande tabel 8.

Opvallend is dat geen verschil bemerkt kan worden tussen de twee bandenspanningen, beide worden zodoende gelijk beoordeeld.

Voor een goede beoordeling van de dynamische eigenschappen van een voertuig dienen de bandbreedtes en equivalente frequenties van zowel de dwarsversnelling als de gierhoeksnelheid zo hoog mogelijk en de tijdsconstante zo laag mogelijk te liggen. Als we nu de MAC 11 vergelijken met andere voertuigen dan heeft het duidelijk minder capaciteiten. Hetzelfde geldt bij de equivalente tijdconstante welke een hoge waarde heeft.

Rekening houdend met het soort voertuig is het dynamisch gedrag van de MAC 11 redelijk tot goed te noemen.

3.4 Beoordeling rijgedrag

Door middel van drie verschillende rijproeven is een oriënterend onderzoek verricht naar het rijgedrag van de Crashtender MAC 11. Hierbij zijn een tweetal negatieve punten naar voren gekomen:

1. het voertuig gedraagt zich sterk asymmetrisch. Bij rechterbochten liggen de eigenschappen duidelijk lager dan bij linkerbochten. Het verschijnsel wordt niet verklaard door een asymmetrische gewichtsverdeling. Met de beschikbare gegevens kan geen oorzaak aangeduid worden, hiervoor dient nader onderzoek te worden verricht.
2. het rollen in de bocht van het voertuig is vrij extreem. Dit wordt veroorzaakt door de hoge zwaartepuntsligging horend bij het voertuigconcept van deze brandweerauto.

Vooraf het asymmetrisch gedrag heeft een veiligheidsverlagend effect, welke een niet aanvaardbaar niveau heeft. Een verschil in de maximale dwarsversnelling van 1 m/s² bij een bandenspanning van 4.5 bar is zeer groot en kan in eventuele kritische situaties leiden tot ongevallen.

Bij het beoordelen van de MAC 11 moeten niet alleen de cijfers, maar ook het type voertuig in rekening genomen worden. Men kan niet verwachten dat een groot en zwaar voertuig dezelfde snelle reacties vertoont als personenauto's. Nemen we dit in ogenschouw dan is de MAC 11 ondanks het optredende asymmetrisch effect toch als redelijk te beoordelen.

Door de grote afmetingen en gewicht van de MAC 11 zijn de eigenschappen op het gebied van het rijgedrag minder of gelijk aan vrachtwagens. Dit is evenwel onvermijdelijk voor dit type voertuig. Er mag zelfs verwacht worden van de chauffeurs dat ze hiermee rekening houden. Door het grote vermogen van de motor, de hoge positie van de chauffeur, het goede comfort in de cabine etc. neigt men met de MAC 11 harder te rijden dan wat veiligerwijs toelaatbaar is. Men zit zodoende dichtbij de stabiliteitsgrenzen van het voertuig, waardoor bij onverwachte situaties ongevallen kunnen gebeuren. Bij de randwegen speelt de beschikbare wegbreedte ook een rol, om een kritische situatie het hoofd te kunnen bieden moet er coorrecties gepleegd worden en de benodigde ruimte is hiervoor bij al te hoge snelheden al snel te klein. Het gevolg is dat men de zachte berm inrijdt, waardoor een ongeval vrijwel niet te vermijden is.

Door opleiding en training met een oefenvoertuig dienen de chauffeurs de mogelijkheden en beperkingen van het Crashtenders te (leren) kennen.

De banden van de crashtender hebben een bandenspanning van 4.5 bar ten behoeve van de terreinvaardigheid. Dit heeft direct verband met de bestuurbaarheid op verharde wegen. Het gedrag bij een bandenspanning van 6.0 bar is duidelijk beter, zeker met betrekking tot het reageren van het voertuig op stuuracties. Daarom de suggestie om bij hogere bandenspanning te rijden. Bij het rijden in het terrein kan men de banden laten ontluchten tot het oude niveau. Er zijn apparaten in de handel waarmee de bandenspanning vanuit de cabine verlaagd kan worden. Indien dit op praktische bezwaren zou stuiten, zou men het verhogen van de bandenspanning laten afhangen van de terreinvaardigheid. Bijkomend voordeel van hogere bandenspanning is dat de slijtage minder wordt.

4 OPLEIDING EN TRAINING CHAUFFEURS

Het rijden met een voertuig met een hoog zwaartepunt en zachte banden in verband met terreinrijden vereist speciale bekwaamheden die niet te vergelijken zijn met het rijden in een normale vrachtwagen. Daarom is een regelmatige onderricht en training voor de chauffeurs een eerste vereiste. De huidige frequentie waarin herhalingscursussen doorlopen worden (ca. een keer per jaar), lijkt dan ook te laag. Onervarenheid is naast onderschatting van de moeilijkheden een belangrijke oorzaak van ongevallen. Wat dit betreft is de situatie bij de Luchthaven Brandweer, evenals bij vele andere brandweerkorpsen, ongunstig. In totaal beschikt Schiphol over 9 brandweerauto's waar gemiddeld 1 uur per dag mee gereden wordt. Vanwege het grote aantal beschikbare chauffeurs (70-80) betekent dit dat deze beroepsmensen gemiddeld slechts enkele uren per maand achter het stuur zitten

Door het geringe aantal rijuren per maand en de rustige omstandigheden waaronder deze verreden worden is een rijopleiding en training van de chauffeurs noodzakelijk om ervaring te verkrijgen met de mogelijkheden en de beperkingen van Crashtenders in kritische omstandigheden. De opleiding dient niet alleen beperkt te zijn tot het rijden in het terrein, maar ook het rijden op droge en natte/gladde wegen.

4.1 Training

Momenteel wordt een oude landrover gebruikt voor oefening in het terreinrijden. Dit voertuig verschilt in voertuigdynamisch opzicht sterk van een brandweervoertuig. De SAV is bijvoorbeeld goed afgeveerd en heeft stuurbekrachtiging. Hierdoor kan een SAV- bestuurder minder goed waarnemen wat er precies onder hem gebeurt. Bij terreinrijden kan er door de stuurbekrachtiging bijvoorbeeld een discrepantie ontstaan tussen de richting waarin de wielen staan en de richting waarin de chauffeur denkt dat ze staan. Aanbevolen wordt daarom voor de training gebruik te maken van een voertuig dat in voertuigdynamisch opzicht meer overeenkomt met een Crashtender. Naast het terreinrijden verdient het de aanbeveling om met een oefenvoertuig rijtesten op de weg uit te voeren. Dit in verband met de specifieke rijeigenschappen van de Crashtenders. Voorbeelden van geschikte rij oefeningen zijn:

- * Lane change (dubbele rijstrookwisseling).
- * Cirkel test. Hiermee kan zonder veel gevaar tot aan de kritische grens van het voertuig gereden worden.
- * Het rijden in de bocht opgevolgd door een remming.

- * Het nabootsen van een gedeelte van de randweg met specifieke bochten op een brede baan. De test bestaat dan uit het met diverse snelheden in beide richtingen rijden van het parcours.
- * Rijden op een gladde weg.

De brandweervoertuigen zijn moderne voertuigen, uitgerust met middelen zoals stuur- en rembekrachtiging, automatische transmissie, geluidsdemping en ABS. Al deze systemen zijn ervoor bedoeld de taak van de bestuurder te verlichten en risico's in noodsituaties te verkleinen. Een verschijnsel waar echter weinig rekening mee houden is dat mensen automatisch hun gedrag in tegengestelde zin veranderen als hun veiligheid verbeterd wordt, zoals door bovengenoemde maatregelen. Zo bleek in Duitsland dat taxichauffeurs vaker bij kop-staart botsingen betrokken waren als ze met ABS reden. Dit verschijnsel heet risico compensatie. Ook voor de nieuwe tankauto's geldt dat het grote bedieningsgemak, het hoge trillings- geluids- en zitcomfort, het grote acceleratievermogen en de relatief kleine draaicirkel bij een aantal chauffeurs het idee geven dat ze in een eenvoudig te besturen wagen zitten waarmee ze iedere situatie aankunnen. Het is van essentieel belang de chauffeurs duidelijk te maken dat dit niet het geval is.

5 CONCLUSIES

Rijgedrag

- * De MAC 11 helt sterk over in de bochten. Verminderen van dit gedrag is mogelijk door het verlagen van het zwaartepunt en/of vergroten van de spoorbreedte.
- * De lage bandenspanning in verband met het terreinrijden heeft een verlaging van de reactie snelheid van het voertuig op stuurbewegingen tot gevolg. Het verdient aanbeveling om op verharde wegen met hogere bandenspanning te rijden.
- * Bij de rijproeven met de MAC 11 is gebleken dat deze een verschillend gedrag vertoont tussen linker en rechter bochten. Het verschil bij de normale lage bandenspanning (4.5 bar) is aanzienlijk en ongewenst. De oorzaak kon tijdens het onderzoek niet worden vastgesteld. Hiervoor zal nader onderzoek noodzakelijk zijn.

Ergonomie

- * Ergonomisch gezien is de cabine van de SAV-04 een goede keuze. Met name het grote gemak van de bedieningsmiddelen en het ruime trillings-, geluid-, en zitcomfort zorgen voor comfort en gemak bij het uitvoeren van de chauffeurstaak.
- * Het directe uitzicht naar achteren was onvoldoende. Omdat veel ongevallen met vrachtwagens plaatsvinden tijdens het achteruitrijden wordt aanbevolen frequent te oefenen in het achteruitrijden op de spiegels. Daarbij dient men zich als dat mogelijk is te laten gidsen.
- * De schakelaars van de ruitenwissers en de verlichting dienen respectievelijk rechts van de stuurkolom en links op het dashboard geplaatst te worden. Deze meest gebruikelijke plaatsing verkleint de kans op verwarring met andere bedieningsmiddelen.
- * De bestuurdersstoel moet recht voor de pedalen worden geplaatst en het rem- en gaspedaal zouden ongeveer op gelijke hoogte gesteld moeten worden.
- * Wat betreft de informatiepresentatie zouden de functie en stand van de schakelaar van het grootlicht beter zichtbaar moeten

zijn. Verder wordt aanbevolen bij 70 km/h op de snelheidsmeter een extra markering aan te brengen.

- * Ter vergroting van de ruimte voor het instappen en van de beenruimte voor lange mensen wordt aanbevolen de zitting wat verder naar achteren instelbaar te maken.
- * De acht controle lampjes die o.a. problemen bij de dynamo, remvloeistof, ABS en remblokjes signaleren zouden opvallender moeten worden geplaatst. Dit betekent in ieder geval dat ze een hogere lichtintensiteit moeten krijgen. Daarnaast zouden de vier genoemde controlelampjes meer in het blikveld van de chauffeur geïnstalleerd moeten worden. Tevens lijkt het aan te bevelen dat bij de lampcontrole alle acht lampjes van dit cluster oplichten.

Als alternatief voor deze maatregelen valt het te overwegen om bij defecten aan alle essentiële onderdelen een auditief signaal te laten klinken. De betreffende signaleringslampjes zouden dan aan minder strenge opvallendheids-eisen hoeven te voldoen.

Algemeen

- * Aan de goede comforteigenschappen van de SAV-04 kan ook een nadeel kleven, namelijk dat de bestuurder hierdoor minder duidelijk merkt welke krachten er bij het rijden optreden en welke bewegingen het voertuig maakt. Omdat dit een factor is die lichtzinnig rijgedrag zou kunnen bevorderen dient hier bij voortduring duidelijk op gewezen te worden.
- * Omdat de mogelijkheid bestaat dat de plaats van de bevelvoerder links in de cabine onbezet blijft, lijkt het aan te bevelen ook bij de rechter zitplaats een aansluiting voor communicatieapparatuur te installeren.
- * In verband met letselpreventie is het van belang aandacht te besteden aan de plaatsing en het gebruik van goede bevestigingsmiddelen. Hierdoor wordt letsel door weggeslingerde of slecht geplaatste onderdelen voorkomen. Daarom dient gezorgd te worden voor een deugdelijke bevestiging van apparatuur welke bij een botsing of kanteling door de cabine kan gaan slingeren. Gordelgebruik zou verplicht moeten worden.
- * Bij de training in het terreinrijden zou gebruik gemaakt moeten worden van een voertuig dat in dynamisch opzicht overeenkomt

met een tankauto in plaats van de momenteel in gebruik zijnde landrover. De rijopleiding van de chauffeurs dient naast het terreinrijden ook het rijden op de weg te bevatten. Dit soort brandweervoertuigen vereist van de chauffeurs speciale bekwaamheden bij elk wegtype. Dergelijke rij oefeningen zouden kunnen zijn:

- Lane change (dubbele rijstrookwisseling).
- Cirkel test. Hiermee kan zonder veel gevaar tot aan de kritische grens van het voertuig gereden worden.
- Het rijden in de bocht opgevolgd door een remming.
- Het nabootsen van een gedeelte van de randweg met specifieke bochten op een brede baan. De test bestaat dan uit het met diverse snelheden in beide richtingen rijden van het parcours.
- Rijden op een gladde weg (voertuigbeheersing).

6 LITERATUURLIJST

- Korteling, J.E. en Osinga, D.S.C. (1988). Ergonomie van wegvoertuigen IV. Lichte vrachtauto's. Rapport IZF 1988-.. (in bewerking). Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg
- Versnel, H. en Verhage, B. (1988). Letselpreventie in en ongevalspreventie voor brandweervoertuigen, Directie Brandweer/Inspectie voor het Brandweerwezen, 's-Gravenhage.

APPENDIX A

ERGONOMISCHE CHECKLIST VRACHTWAGENCABINES (IZF-TNO)

DATUM : 6 juli 1988
VOERTUIGTYPE : SAV-04
KENTEKEN :
BYZONDERHEDEN: Luchthaven Brandweer Schiphol

CATEGORIEËN:

1. Uitzicht
2. Geluidsniveau
3. Trillingscomfort
4. Plaatsing van Schakelaars
5. Gemak van Bedieningsmiddelen
6. Informatiepresentatie
7. Zitcomfort
8. Gemak van In- en Uitstappen

BENODIGDHEDEN:

uitzichtcirkel (straal 12 meter)
pijlstok met verschuifbare horizonindicator
decibelmeter
comfortmeter (IZF-TNO)
rolmaat, meetwiel
hoekmeter
zitplank
krijtje

1 UITZICHT

Benodigdheden: uitzichtcirkel, pijlstok, meetwiel, rolmaat, krijtje (zie Fig. 1 en Fig. 2)

Een persoon neemt plaats achter het stuur met de ogen recht boven het middelpunt van de uitzichtcirkel in een gemakkelijke houding met de handen losjes aan het stuur, 75- 80 cm boven de (ingedrukte) zitting. Eventueel kan met een kussentje deze hoogte worden bereikt. De uitzichtcirkel (Fig. 1) heeft een straal van 12 meter en een schaalindeling. De schaalindeling wordt aangebracht met behulp van het meetwiel en de onderstaande tabel. aangebracht. Met de tabel kunnen afstanden, gemeten met het meetwiel, worden omgezet in hoekwaarden. Met het meetwiel wordt precies langs de cirkel gereden, waarbij om de 10 graden een markering wordt aangebracht. Het beginpunt (0 graden) ligt recht voor de bestuurder.

Vervolgens wordt op de pijlstok een markering op ooghoogte van de bestuurder aangebracht. Met deze pijlstok gaat een persoon langs de omtrek van de uitzichtcirkel. De pijlstok dient hierbij goed verticaal gehouden te worden. Degene achter het stuur geeft aan waar hij de pijlstok kan zien en waar deze verdwijnt achter een raamstijl of ander obstakel; ook de grenzen van het ruitenwisservlak worden aangegeven. De bestuurder mag hierbij zijn hoofd net zoveel bewegen als bij normaal rijden. De gevonden hoekwaarden worden opgetekend in Fig. 1.

Vervolgens wordt gemeten hoeveel cm recht voor de bumper op de grond aan het zicht onttrokken is.

Tot slot wordt bepaald of de spiegels aan de wettelijke normen voldoen, zoals deze in Fig. 2 zijn weergegeven voor voertuigen van verschillende categorieën laadvermogen. De meetpunten waar de grond, of waar de grond en de horizon tegelijk, zichtbaar moet zijn, zijn in de figuren met verschillende tekens aangegeven. Geef in de figuur aan waar niet aan de wettelijke normen voldaan wordt.

Na het bovenstaande te hebben uitgevoerd kunnen de vragen worden beantwoord.

graden	cm	graden	cm	graden	cm	graden	cm
10	209	100	2094	190	3979	280	5864
20	419	110	2304	200	4189	290	6074
30	628	120	2513	210	4398	300	6283
40	838	130	2723	220	4608	310	6493
50	1047	140	2932	230	4817	320	6702
60	1257	150	3142	240	5027	330	6912
70	1466	160	3351	250	5236	340	7121
80	1676	170	3560	260	5445	350	7330
90	1885	180	3770	270	5655	360	7540

uitzichtcirkel (straal 12m)

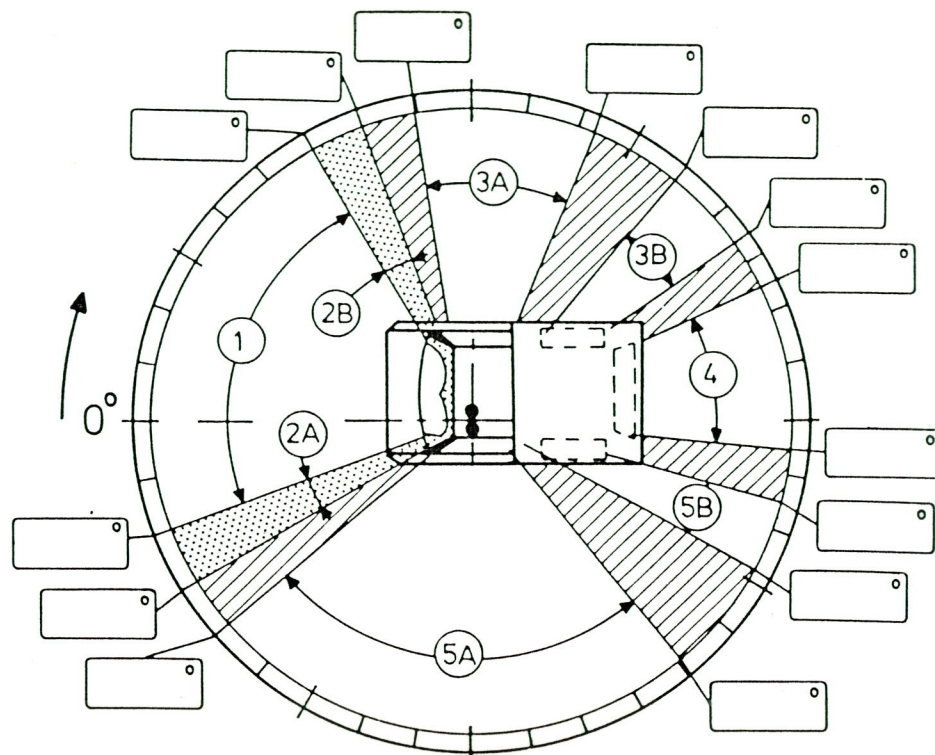


FIG. 1

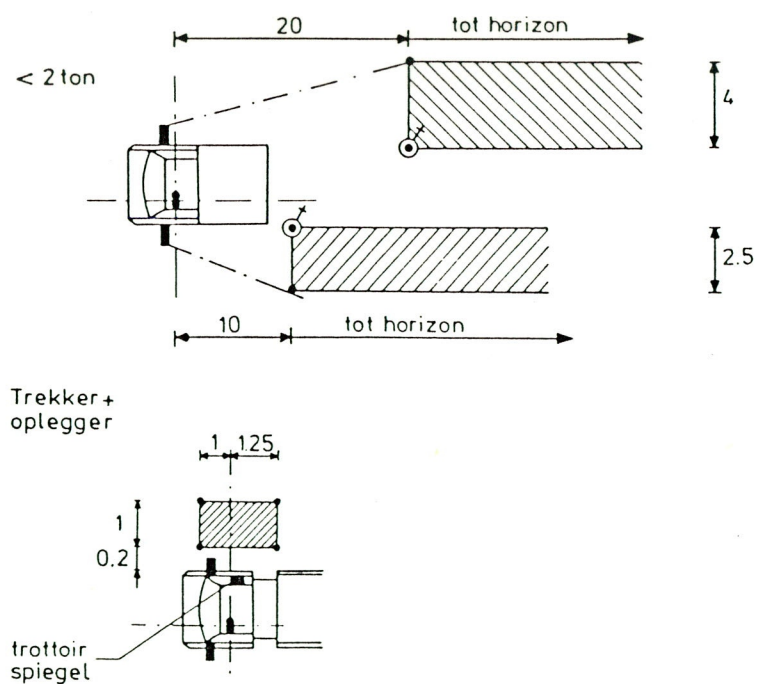


FIG. 2a

- oogpunten bestuurder
- spiegel
- meetpunt op de grond
- ⊙ meetpunt op de grond en op de horizon (ooghoogte bestuurder)

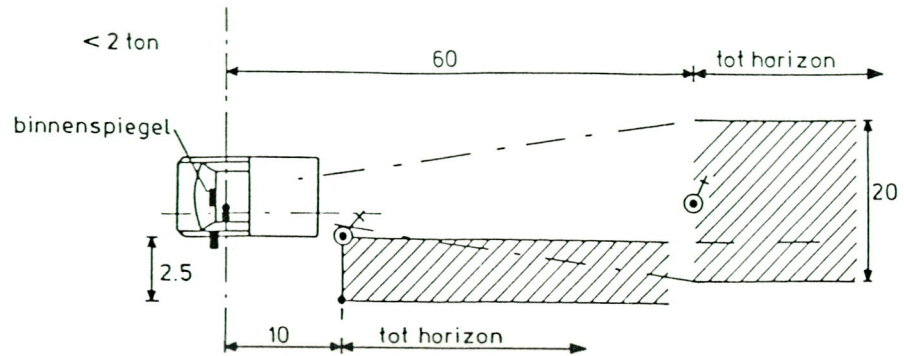


FIG. 2b

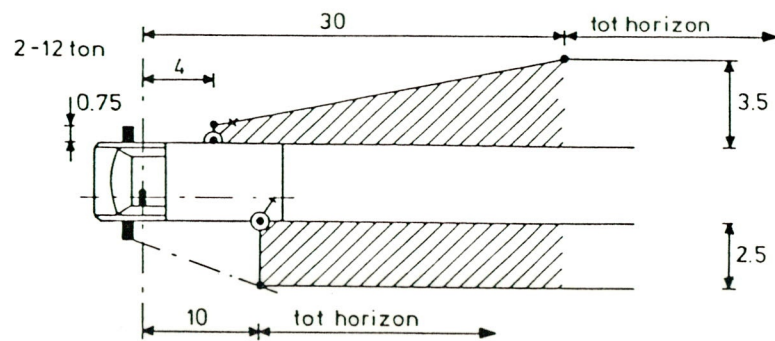


Fig. 2c

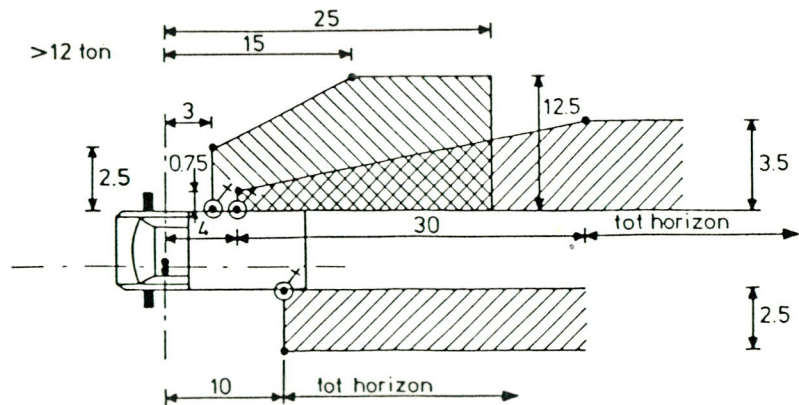


Fig. 2d

- 1 Hoeveel graden van de omtrek van de uitzichtcirkel is op ooghoogte zichtbaar door de ruimte, tussen de linker en rechter begrenzing van de ruitenwissers, (het ruitenwisservlak)? Indien de achteruitkijkspiegel op ooghoogte het uitzicht ontnemt wordt de betreffende ruimte van het ruitenwisservlak afgetrokken.
81 graden
- 2 Meet de ruimte tussen het ruitenwisservlak en de linker raamstijl en het ruitenwisservlak en de rechter raamstijl (op ooghoogte). Tel deze waarden bij elkaar op en noteer de uitkomst.
52 graden
- 3 Hoeveel graden van de omtrek van de uitzichtcirkel is op ooghoogte zichtbaar door de rechter zijruit(en)?
60 graden
- 4 Hoeveel graden van de omtrek van de uitzichtcirkel is op ooghoogte zichtbaar door de achterruit?
0 graden
- 5 Hoeveel graden van de omtrek van de uitzichtcirkel is op ooghoogte zichtbaar door de linker zijruit(en)?
60 graden
- 6 De spiegels (voorzover aanwezig) moeten, volgens wettelijk voorschrift, zodanig in te stellen zijn dat zowel de niet gearceerde oppervlakten (Fig. 2) als de horizon te zien zijn? Geldt dit voor de buitenspiegel(s)?
ja/nee
- 7 Geldt dit voor de binnenspiegel(s), (zie Fig 2)?
ja/nee
- 8 Maximaal mag 400 cm voor de bumper op de grond aan het zicht onttrokken zijn. Hoeveel cm is dit?
235 cm

- Opmerkingen m.b.t. het uitzicht:

nr 7: geen binnenspiegel

nr 8: 160 - 235 cm

2 GELUIDSNIVEAU

Benodigdheden: decibelmeter

9	bij stationnair draaiende motor?	57	dB
10	in de eerste versnelling net voor het overschakelen naar de tweede versnelling?	72	dB
11	bij een snelheid van 50 km per uur, in de aanbevolen versnelling? ...e versnelling	70	dB

- Opmerkingen m.b.t. het geluidsniveau:

nr 11 Automaat

3 TRILLINGSCOMFORT

Benodigdheden: comfortmeter

Voer de meting telkens drie maal uit en noteer de middelste waarde, bijvoorbeeld:

1e meting	2e meting	3e meting	middelste waarde
57 tr.	36 tr.	43 tr.	43 tr.

Hoeveel trillingen per 15 sec treden op:

12	bij krachtig optrekken vanuit stilstand? Blijf hierbij optrekken totdat de meting is beëindigd.	
	60. tr. 51. tr. 72. tr.	60 tr.
13	bij 50 km/uur in de aanbevolen versnelling?	
	83. tr. 74. tr. 81. tr.	81 tr.

- Opmerkingen m.b.t. het trillingscomfort:

Afgeveerde stoelen

4 PLAATSING VAN SCHAKELAARS

Benodigdheden: rolmaat

- 14 Handels aan de stuurkolom moeten bediend kunnen worden zonder het stuur los te laten; Kan dit bij alle handels? ja/nee
- 15 Er mogen niet twee of meer handels, die bediend kunnen worden zonder het stuur los te laten, aan dezelfde kant van de stuurkolom voorkomen, en ook mag er geen bedieningsknop op een handel zitten, bijvoorbeeld de ruitenwasserknop. Zitten er twee of meer handels aan dezelfde kant en/of zit er een knop op een handel? ja/nee
- 16 De schakelaar voor de richtingaanwijzer moet links van de stuurkolom zitten; is dat zo? ja/nee
- 17 Als de ruitenwissers bediend worden door een knop op het dashboard, dan moet deze links van het stuur geplaatst zijn. Worden de ruitenwissers bediend door een handel aan de stuurkolom, dan moet deze rechts van het stuur zitten en er mag geen schakelaar op de handel zitten. Is dit allemaal goed? ja/nee
- 18 De claxon, de alarmlichten of de hoofdschakelaar van de verlichting moeten bij voorkeur anders dan door een handel aan de stuurkolom te bedienen zijn. Is dit zo? ja/nee
- 19 De hoofdschakelaar voor de verlichting, het grootlicht, en het lichtsignaal moeten links van het stuur zitten. Is dit bij al deze schakelaars, voorzover aanwezig het geval? ja/nee
- 20 De schakelaar of handel voor versnellingsgroepen moet rechts van het stuur zitten. Is dit zo? ja/nee
- 21 De greep/grepen van de handel(s) of schakelaar(s) voor de vierwielaandrijving en/of versnellingsgroepen moet(en) rechts van het stuur en op een afstand van minimaal 15 cm van de versnellingspook (in alle standen) en parkeerrem (in alle standen) zitten. Hier dient vanaf het midden van de grepen gemeten te

worden. Is dit het geval?

ja/nee

- Opmerkingen m.b.t. de plaatsing van schakelaars:

nr. 15 tweet. hoorn op handel
nr. 17 handel L + sproeischak.
nr. 19 rechtsboven bestuurder
nr. 21 automaat

5 GEMAK VAN DE BEDIENINGSMIDDELEN

Benodigdheden: centimeter

Kom tot een oordeel over de hoeveelheid kracht die nodig is voor het verrichten van de volgende handelingen, in vergelijking tot de hoeveelheid kracht die nodig is voor dezelfde handelingen bij de Landrover (3/4 ton). Kies een van de volgende alternatieven:

veel minder	-3
minder	-2
iets minder	-1
evenveel	0
iets meer	1
meer	2
veel meer	3

Hoeveel kracht is dan nodig voor:

- | | |
|--|----|
| 22 het draaien van het stuur? | -3 |
| 23 het intrappen van het gaspedaal? | -3 |
| 24 het intrappen van de koppeling? | -3 |
| 25 het intrappen van het rempedaal? | -3 |
| 26 het aantrekken van de parkeerrem? | -3 |
| 27 het bedienen van de versnellingspook bij warme motor? | -3 |

28 Het rempedaal moet op gelijke hoogte of lager dan het gaspedaal zijn geplaatst. Is dat zo? ja/nee

29 Het midden van de ruimte tussen het rempedaal en de koppeling (bij een automaat het midden van het rempedaal) moet samenvallen met het midden van de bestuurdersstoel. Hoeveel cm verschilt dit? 9 cm

30 Zijn er behalve de pedalen nog andere bedieningsmiddelen op een onderlinge afstand van minder dan 15 cm (gemeten vanaf het midden van de grepen in alle mogelijke standen) van elkaar geplaatst? Het betreft hier: stuur, parkeerrem, hellingrem, trailerrem en versnellingspook. Meet tussenafstanden in bedrijfsposities waarbij deze minimaal zijn. ja/nee

31 De ruimte waarin het gaspedaal geplaatst is moet horizontaal gemeten minimaal 15 cm breed zijn. Hetzelfde geldt voor het rempedaal. Tevens moet de

ruimte tussen het rempedaal en de koppeling en de
ruimte tussen het gas- en rempedaal minimaal 5 cm
zijn. Is dit allemaal het geval (Meet ter hoogte
van het midden van het rempedaal)

ja/nee

- Opmerkingen m.b.t. het gemak van de bedieningsmiddelen:

nr. 24 & nr. 27: automaat

6 INFORMATIEPRESENTATIE

Benodigdheden: rolmaat

Aan een schakelaar moet goed te zien zijn welke functie deze heeft en in welke stand deze staat. Nog beter is het als hiervoor een extra voorziening is getroffen, zoals een controlelampje of een tikkerautomaat (dashboardverlichting is geen extra voorziening). Geef aan wat van toepassing is bij onderstaande schakelaars. Als een schakelaar ontbreekt, vult u niets in.

	functie goed te zien	stand goed te zien	extra voorziening
32 hoofdschakel. verlichting	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee
33 het grootlicht	<u>ja</u> / <u>nee</u>	<u>ja</u> / <u>nee</u>	<u>ja</u> /nee
34 de alarmlichten	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee
35 de richtingaanwijzer	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee
36 de massaschakelaar	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee	<u>ja</u> /nee
37 Hoe groter de cijfers van de snelheidsmeter, hoe beter leesbaar ze zijn. Hoe hoog zijn deze cijfers in mm?			5 mm

- Opmerkingen met betrekking tot informatiepresentatie:

Rode lampjes rechtsboven te onopvallend en geen uniforme controle

- 40 Een hoek tussen zitting en rugleuning van 100-110 graden geldt als optimaal. Als U dit optimum probeert in te stellen hoeveel verschil blijft er dan nog over? Vul bij een instelbare hoek tussen 100-110° 0 in.

0

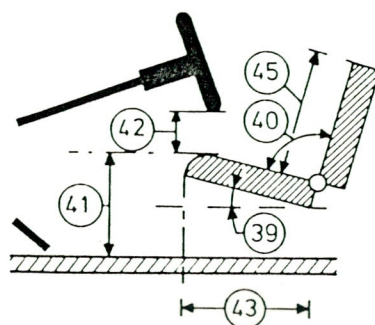


FIG. 4

- 41 Een hoogte aan de voorzijde van de zitting ten opzichte van de vloer van 38 cm geldt bij vrachtwagens als optimaal. Probeer dit in te stellen en meet daarbij aan de voorzijde van de stoel. Hoeveel verschil blijft er over? Vul bij een (instelbare) stoelhoogte van 38 cm 0 in.
- 42 Tussen zitting en stuur moet minstens 18 cm ruimte voor de bovenbenen (instelbaar) zijn. Is dit zo? ja/nee
- 43 De diepte van de stoel moet tussen 44 en 55 cm liggen. Hoeveel is de stoel te kort of te lang? Vul bij een stoeldiepte tussen 44 en 55 cm 0 in.
- 44 De breedte van de stoel op het midden van het zitvlak moet minstens 48 cm zijn; hoeveel is de stoel te smal? Vul bij een stoelbreedte van 48 cm of meer 0 in.

0 cm

0 cm

0 cm

45 De hoogte van de rugleuning boven de ingedrukte zitting moet minstens 50 cm zijn. Hoeveel is de leuning te kort? Vul bij een hoogte van 50 cm of meer 0 in.

0 cm

Opmerkingen m.b.t. het zitcomfort:

Bostrom Viking 301; sterk afgeveerd

8 GEMAK VAN IN- EN UITSTAPPEN

Benodigdheden: rolmaat, hoekmeter (zie Fig. 5)

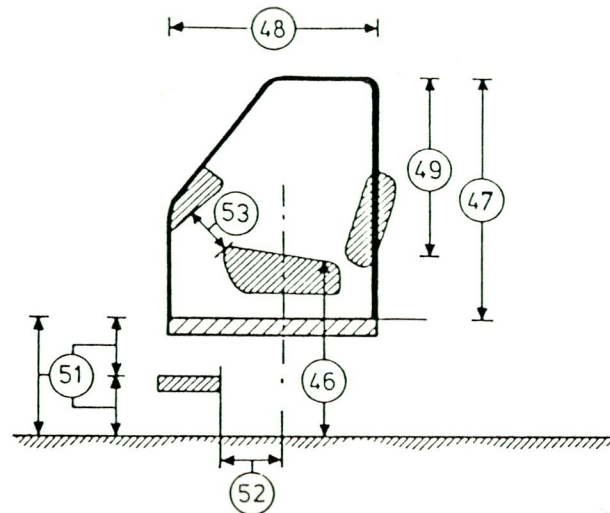


FIG. 5

- | | |
|--|--------|
| 46 Voor de hoogte van de zitting boven het wegdek geldt een hoogte van 55 cm als optimaal. Hoeveel hoger of lager is deze? | 135 cm |
| 47 Hoe hoog is de deuropening? (grootste hoogte) | 147 cm |
| 48 Hoe breed is de deuropening? (grootste breedte) | 67 cm |
| 49 Hoe meer ruimte tussen zitting en bovendorpel, hoe kleiner de kans op hoofdstoten. Hoeveel is deze afstand verticaal? | 92 cm |

- 50 De deur moet minstens 75 graden te openen zijn. Hoeveel graden is dit? Bij een schuifdeur vult U 180 ° in. 100 °
- 51 Het gemak van in- en uitstappen wordt o.a. bepaald door de grootste stap die nodig is om in de cabine te komen. Dit kan zijn: de afstand wegdek - 1e opstapje, of 1e - 2e opstapje, etc. Als er geen opstapjes zijn is dit de afstand wegdek - onderdorpel. Hoe kleiner de "grootste stap", hoe beter. Hoe groot is deze stap? 54 cm
- 52 De grootste stap horizontaal in de lengterichting van het voertuig is de ruimte tussen het (bovenste) opstapje en het midden van de onderdorpel (zie Fig 5). Als er geen opstapjes zijn is deze afstand 0 cm. Hoe groot is deze stap? 0 cm
- 53 Er moet voldoende beenruimte zijn. hoe groot is de kleinste ruimte tussen dashboard en bestuurdersstoel? 20 cm
- Opmerkingen m.b.t. het gemak van in en uitstappen:

- Algemene opmerkingen:

ASPECT- EN CATEGORIEGEWICHTEN

	Categoriegewicht
1. Uitzicht	18.9
2. Geluidsniveau	12.9
3. Trillingscomfort	12.0
4. Plaatsing van Schakelaars	10.1
5. Gemak van Bedieningsmiddelen	11.3
6. Informatiepresentatie	10.1
7. Zitcomfort	15.7
8. Gemak van In- en Uitstappen	9.0

Uitzicht		Geluid		Plaatsing Schakelaars	
aspect	gewicht	aspect	gewicht	aspect	gewicht
1	21.0	9	-22.7	14	14.7
2	11.2	10	-21.9	15	-13.5
3	12.5	11	-55.4	16	15.3
4	10.4			17	9.9
5	13.6	Trillingen		18	10.8
6	14.2	aspect gewicht		19	11.3
7	8.7	12	-31.6	20	16.5
8	-8.5	13	-68.4	21	8.0

Gematik Bedieningsm.		Informatiepres.		Zitcomfort	
aspect	gewicht	aspect	gewicht	aspect	gewicht
22	-11.4	32	16.5	38	19.2
23	-7.8	33	15.5	39	-8.6
24	-7.4	34	14.8	40	-15.9
25	-10.0	35	20.2	41	-13.8
26	-6.5	36	13.2	42	13.0
27	-11.9	37	19.8	43	-9.3
28	8.9			44	-9.8
29	-10.5			45	-10.6
30	-10.1				
31	15.5				

Gematik In- Uitstappen			
aspect	gewicht	aspect	gewicht
46	-12.1	50	12.8
47	12.6	51	-12.2
48	13	52	-11.0
49	11	53	15.4