

ONGERUBRICEERD

**Behavioural and Societal
Sciences**Kampweg 5
3769 DE Soesterberg
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T +31 88 866 15 00
F +31 34 635 39 77
infodesk@tno.nl**TNO-rapport****TNO 2012 R10642****Treinongeval Amsterdam Westerpark
d.d. 21 april 2012 - Analyse letsels inzittenden
met betrekking tot ergonomie**

Datum	september 2012
Auteur(s)	ir. A.J.K. Oudenhuijzen
Aantal pagina's	21 (excl. distributielijst)
Opdrachtgever	Onderzoeksraad voor Veiligheid Den Haag
Projectnaam	Treinongeval Amsterdam Westerpark
Projectnummer	057.02284

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2012 TNO

ONGERUBRICEERD

Samenvatting

Op 21 april 2012 heeft net buiten het Centraal Station in Amsterdam ter hoogte van het Westerpark een frontale botsing plaatsgevonden tussen een Intercity (VIRM) en een Sprinter (SLT). De Sprinter was op weg naar Uitgeest, de Intercity kwam uit Den Helder.

Als gevolg van deze botsing liepen 117 mensen verwondingen op, waarvan 42 ernstig. Eén persoon overleed later in het ziekenhuis.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) heeft naar aanleiding van dit treinongeval aan TNO gevraagd "in hoeverre de inrichting van het interieur (ontwerp) van de bij het ongeval betrokken treinen van invloed was op het ontstaan van letsels bij inzittenden (passagiers en machinist) van deze treinen. En welke lessen ten aanzien van de bescherming van inzittenden kunnen hieruit worden afgeleid?"

Dinsdag 19 juni 2012 hebben de medewerkers van TNO en bureau TASS een bezoek gebracht aan NedTrain te Haarlem, alwaar de betreffende treinstellen werden geïnspecteerd. Hierbij is onder meer gekeken naar ergonomische aspecten.

De resultaten laten een aantal plekken in de treinstellen zien die vanuit de ergonomie voor verbetering vatbaar zijn. Daarbij gaat het om de vorm en afmetingen van doorgangen, beschikbaarheid van voldoende handgrepen en gebruikte materialen. Bovengenoemde constatering zijn kwalitatief. Bij een eerste schouw blijft onduidelijk hoe goed of slecht de situatie is in kwantitatieve zin. Een kwantitatief gegeven is de benodigde ruimte te bieden voor het kunnen zitten, in/uitstappen voor 95% van de populatie. Aanbevolen wordt om dit in 3D te onderzoeken. Hierbij kan hopelijk gebruik gemaakt worden van de 3D scans die van het SLT en VIRM interieur gemaakt zijn. Deze kunnen gecombineerd worden met 3D antropometrische modellen. Zo kan in maat en getal de ergonomische kwaliteit van de SLT en de VIRM, zowel voor passagiers als de machinist en instructeur, vastgesteld worden.

Bovendien wordt aanbevolen om:

- In detail uit te pluizen of het gebruikte veiligheidsglas voldoet in daarvoor gangbare richtlijnen, zowel voor de veiligheid voor een passagier die tegen het glas botst als diegene die mogelijk geraakt kan worden door delen van gebroken glas;
- Inzittenden van de cabines voor de machinist uit te laten stijgen voorafgaande aan een botsing. Immers, het is onduidelijk hoe bots veilig verschillende cabines zijn.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	Uitwerking	5
3	Bevindingen	6
3.1	Veiligheid en Ergonomie.....	6
4	Aanbevelingen	19
5	Ondertekening	20

1 Inleiding

Op 21 april 2012 heeft net buiten het Centraal Station in Amsterdam ter hoogte van het Westerpark een frontale botsing plaatsgevonden tussen een Intercity (VIRM) en een Sprinter (SLT). De Sprinter was op weg naar Uitgeest, de Intercity kwam uit Den Helder.

Als gevolg van deze botsing liepen 117 mensen verwondingen op, waarvan 42 ernstig. Eén persoon overleed later in het ziekenhuis.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) is een onderzoek gestart naar de toedracht van de botsing en de (letsel)gevolgen voor het personeel en de inzittenden van beide treinstellen.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) heeft naar aanleiding van dit treinongeval aan TNO gevraagd *“in hoeverre de inrichting van het interieur (ontwerp) van de bij het ongeval betrokken treinen van invloed was op het ontstaan van letsels bij inzittenden (passagiers en machinist) van deze treinen. En welke lessen ten aanzien van de bescherming van inzittenden kunnen hieruit worden afgeleid?”*

Dit rapport gaat over ergonomische en antropometrische aspecten die zijn opgevallen bij een schouw van de VIRM en de SLT.

2 Uitwerking

Dinsdag 19 juni 2012 hebben de medewerkers van TNO en bureau TASS een bezoek gebracht aan NedTrain te Haarlem, alwaar de betreffende treinstellen werden geïnspecteerd. Daarbij hebben de TNO experts zich hoofdzakelijk gefocust op de mogelijke gebeurtenissen op passagiersniveau (bijvoorbeeld de wijze waarop passagiers in de stoel zaten en de wijze waarop zij zich in de trein konden bewegen tijdens de frontale botsing), terwijl. Hierbij is een exploratieve werkwijze gehanteerd waarbij de nadruk lag op de direct waarneembare en meest opvallend ergonomische en antropometrische aspecten.

3 Bevindingen

3.1 Veiligheid en Ergonomie

Een veel gehanteerd uitgangspunt bij werkplekergonomie is dat 95% van de populatie geacommodeerd moet kunnen worden. Deze 95% moet op veilige, efficiënte en comfortabele wijze werkzaamheden kunnen uitvoeren. Het is doorgaans niet haalbaar om de resterende 5% van de populatie te accommoderen: de verschillen in lichaamsafmetingen worden zo groot dat elementaire versteltrajecten te groot en kostbaar worden. Een goed gedocumenteerde Nederlandse norm is de NEN 5518 voor vrachtwagencabines. Deze norm geeft richtlijnen voor de ergonomie, het construeren en het beoordelen van vrachtwagen cabines. Het uitgangspunt in deze norm is dat 95% van de Nederlandse beroepsbevolking in een bus cabine zijn/haar werk naar behoren moet kunnen uitvoeren. Dit houdt onder meer in, voor zover mogelijk binnen constructieve grenzen, dat:

- 1 De werkplek en onderdelen daarvan zodanig geconstrueerd zijn dat de populatie past zo lang als nodig op die werkplek.
- 2 Bedieningselementen op de werkplek bereikbaar zijn.
- 3 Het zicht binnen en buiten de werkplek afdoende is.
- 4 De populatie kan in/uitstappen.

In dit document zal de nadruk worden gelegd op:

- 1 De benodigde ruimte om plaats te kunnen nemen in de cabine voor de passagiers en machinisten.
- 2 De benodigde ruimte om in/uit te stappen, ook nadat een botsing heeft plaats gevonden.
- 3 De aandacht t.a.v. de botsveiligheid van de treinstellen, ook wel de passieve veiligheid van de treinstellen genoemd, wanneer het gaat om de beveiliging van de inzittenden en de aanwezigheid van mogelijke bagage (koffers, fietsen, etc.).

Naar de aard van een dergelijke treinbotsing kunnen bij dit vervoer letsels ontstaan door:

- Botsing treinpassagiers met interieur;
- Botsing treinpassagiers onderling;
- Botsing bagage met treinpassagiers.

In het algemeen spelen hierbij de volgende veiligheidsaspecten een belangrijke rol:

- De snelheid van het treinstel op het moment van de botsing;
- Het wel of niet aanwezig zijn van voldoende sterke tussen- of veiligheidswanden;
- Het wel of niet voorkomen van schuivende bagage;
- De massa van de bagage.

In het onderhavige stuk wordt als eerste de cabine voor machinist(en) besproken, vervolgens komt het compartiment voor passagiers aan bod. Daarbij wordt als eerste ingegaan op de VIRM (Intercity) en daarna de SLT (Sprinter).

3.1.1 Cabine Machinist in de VIRM (intercity)

Zoals te zien is (zie Figuur 1 en Figuur 2 (zie rode pijlen)) is de cabine vooral ter hoogte van de onderraam gording gedeformeerd. Hier is de ruit en de onderzijde daarvan voornamelijk naar binnen gekomen.



Figuur 1 De VIRM na botsing.



Figuur 2 De VIRM in normale toestand.

Het gevolg hiervan in de cabine is fors (zie Figuur 3 en Figuur 4). Het dashboard is zo ver naar binnen gekomen dat het niet mogelijk is in/uit te stappen via de deuren aan beide kanten van de cabine.



Figuur 3 De cabine waarbij het dashboard naar achteren geschoven is.



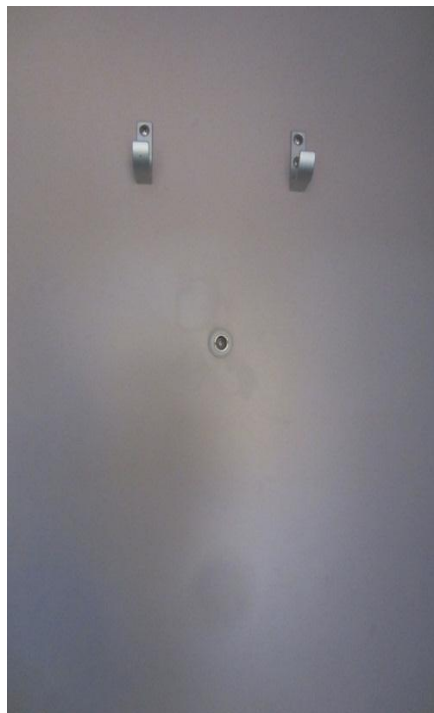
Figuur 4 De cabine in normale toestand.

Doordat het dashboard naar achteren geschoven is resteerde onvoldoende ruimte voor de (aspirant) machinist, betreffende onderbenen, bovenbenen en torso. Geschat wordt dat zwaar letsel of erger zou zijn opgetreden wanneer de (aspirant) machinist zou zijn blijven zitten tijdens de botsing. Er is in ieder geval, na botsing, te weinig ruimte voor 95% van de populatie (zie Figuur 5).



Figuur 5 De beschikbare ruimte, na botsing, opgemerkt moet worden dat de stoel circa 90 graden met de klok mee is gedraaid.

Als een trein in botsing dreigt te komen met een andere trein of een voorwerp op de baan (een vrachtauto bijvoorbeeld), zal de machinist een noodremming in gang zetten. Daarna staat de machinist voor de keus de cabine te verlaten of te blijven zitten. Als de machinist besluit de trein in te vluchten, terwijl er en aan de binnenkant van de tussendeur bijvoorbeeld een jas of draagtas hangt, dan kan de vluchtactie hierdoor worden belemmerd (zie Figuur 6).



Figuur 6 De (scherpe) kledinghaken aan de binnenkant van de cabinedeur.

3.1.2 Cabine instructeur in de VIRM (Intercity)

Naast de (aspirant) machinist was voor en tijdens de botsing een instructeur (mentor machinist) aanwezig in de cabine. Voor de botsing zat de instructeur op de tweede stoel. Aangenomen wordt dat de instructeur aan de rechter kant van de stoel is gaan staan tijdens de botsing. Hier was nog net voldoende ruimte aanwezig om ernstig letsel te voorkomen. Wanneer de instructeur zou zijn blijven zitten, of staan recht voor de stoel, dan was de kans op het ontstaan van ernstig tot fataal letsel, zeer hoog.

De resterende ruimte, na de botsing, is zo krap dat in/uitstappen via de deur aan de rechter kant van de cabine niet meer mogelijk is.

Wanneer kritisch wordt gekeken, vanuit ergonomisch oogpunt, naar de werkplek van de instructeur mag het volgende worden opgemerkt:

- 1 De airco unit, die recht voor de instructeur zijn stoel gemonteerd is, neemt het zicht volledig weg. Hiermee wordt de instructeur gehinderd bij de uitvoering van zijn taak;
- 2 De airco unit is gemonteerd met een aantal bouten, moeren, hangslot, banden en een frame. Deze onderdelen zitten binnen de beweegruimte van de instructeur tijdens botsing. De vorm van deze onderdelen is zo dat de kans op ontstaan van letsel aan het hoofd meer dan aannemelijk is.



Figuur 7 De tweede stoel en de ruimte rondom instructeur na de botsing.



Figuur 8 De tweede stoel en de ruimte rondom instructeur voor de botsing.

3.1.3 *Samenvatting cabine (aspirant) machinist en instructeur VIRM (Intercity)*

In geval van een botsing tegen een vast obstakel of een ander (zwaar) voertuig moet de cabine zo stevig zijn dat er voor de cabine van de machinist voldoende "overlevingsruimte" overblijft. De werkruimte voor de machinist en de instructeur op beider werkplekken is na botsing te krap. Het is een geluk dat de machinist en instructeur niet de stoelen zaten tijdens de botsing. Dit had zeker geresulteerd in ernstig tot fataal letsel.

De ruimte om in/uit te stappen, via de deuren aan beide kanten van de cabine is na botsing onvoldoende.

De airco-unit, die gemonteerd is recht voor de stoel van de instructeur, belemmert het zicht voor de instructeur en daarmee zijn/haar taak. Bovendien vormen bevestigingsonderdelen een risico voor letsel van het gezicht tijdens snel afremmen van de VIRM.

De vluchtroute mag niet belemmerd worden door o.a. kleding op te hangen aan de cabinedeur.

3.1.4 *Cabine machinist in de SLT (Sprinter)*

De SLT cabine is nagenoeg niet veranderd in tegenstelling tot de cabine van de VIRM sterk gedeformeerd was, met een forse inperking van ruimte voor de machinist en instructeur. Weliswaar is de voorruit versplinterd en zijn enkele panelen van het interieur losgeraakt. De werkplek van de machinist is nagenoeg onveranderd.



Figuur 9 De cabine na botsing.



Figuur 10 De cabine in normale toestand.

Geconcludeerd mag worden dat de werkruimte en ruimte benodigd voor in/uitstap gelijk zijn gebleven en afdoende zijn.

3.1.5 *Compartiment passagiers in de VIRM (Intercity*

Het interieur voor de treinpassagiers moet vrij zijn van harde of scherpe obstakels die letsel kunnen veroorzaken. In het algemeen geldt dat 'additionele accessoires' slechts mogen worden ingebouwd, wanneer redelijkerwijs mag worden verondersteld dat dit géén verhoogd letsel risico kan veroorzaken tijdens een botsing.

De gangpaden/trappen die toegang bieden aan de cabines vanuit de portalen zijn erg smal. Bovendien zijn enkele gangpaden nog krappert geworden doordat panelen die bevestigd waren aan het plafond door de botsing losgeraakt zijn. Het gevolg is dat deze panelen aan het scharnier hingen en de toch al krappe gangpaden/trappen verkleinden.

Gevaar voor het hoofd:

Op verschillende plekken in de cabine zijn informatie panelen gemonteerd. Op enkele plekken is de positie zodanig dat de panelen zich in de zone bevinden waarbinnen het hoofd bij normale en minder normale bewegingen van de passagier/train zich kan bevinden (zie Figuur 11).



Figuur 11 Een informatiepaneel geplaatst binnen het bewegingsgebied van het hoofd.

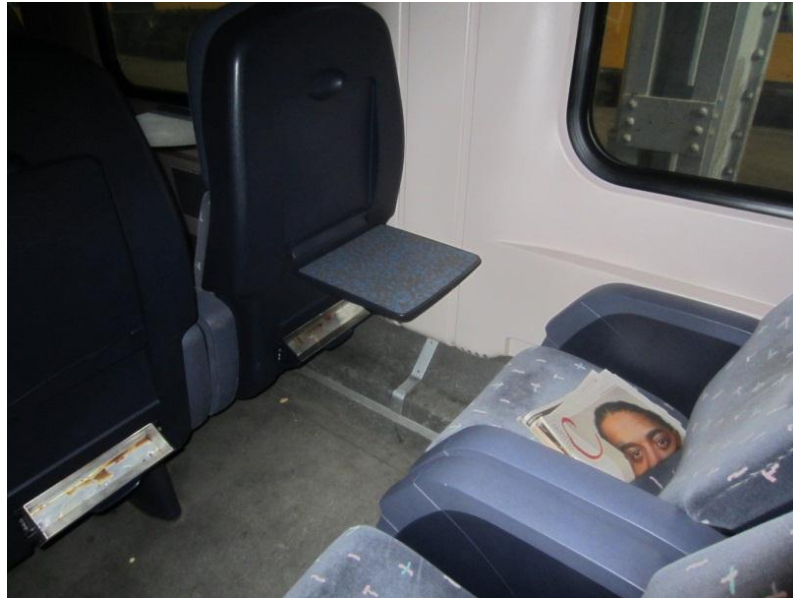
De haak waaraan de jas gehangen kan worden is bij het bovendek gevaarlijk dicht in de buurt van het hoofd van passagiers geplaatst (zie Figuur 12).



Figuur 12 De kledinghaak zit gevaarlijk dicht in de buurt van het hoofd van passagiers.

Gevaar voor de buik:

Vooral bij een aantal (lees: rij) stoelen in de eerste klas van de VIRM zien we neergeklapte tafeltjes (zie Figuur 13). Bij een frontale botsing zou daardoor buikpenetratie c.q. buikletsel kunnen ontstaan bij een passagier die bijvoorbeeld op een laptop zit te werken. Een vergelijkbaar letselscenario is denkbaar met de (ovale) tafeltjes aan het raam.



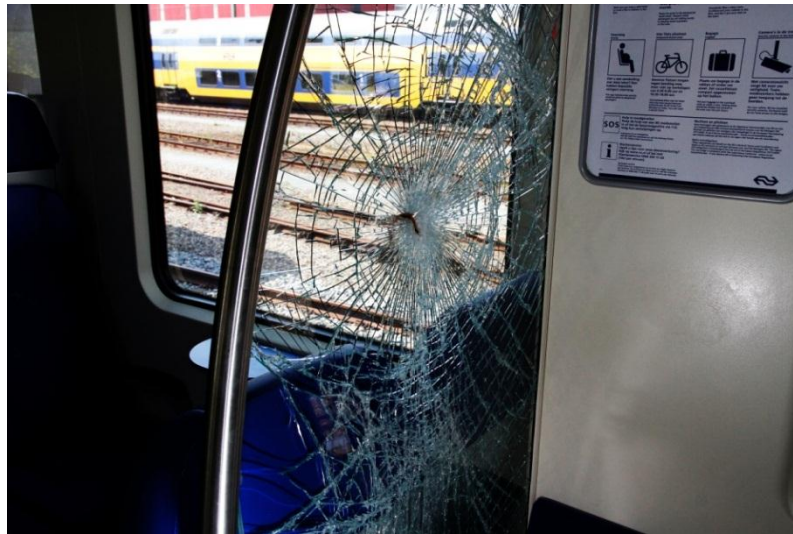
Figuur 13 Open geklapt tafeltje in de eerste klas.

3.1.6 *Compartiment passagiers in de SLT (Sprinter)*

Glas:

Er bestaan, volgens prEN12600 (voorlopige versie), twee vormen van veiligheidsglas, te weten:

- Type B: glas waarbij scherven bij elkaar gehouden worden bij breuk, bijvoorbeeld doordat het gelaagd is (zie Figuur 14);
- Type C: glas dat bij breuk volledig desintegreert in, relatief, ongevaarlijke kleine korrels: dit is doorgaans gehard glas (zie Figuur 16);
- Type C glas dat gelaagd is, dus een combinatie van type B en C (zie Figuur 15).



Figuur 14 Toepassing van type B glas: de scherven worden bij elkaar gehouden doordat het glas gelaagd is.



Figuur 15 Toepassing van type C gelaagd glas, bij breuk desintegreert het glas in kleine deeltjes.



Figuur 16 Een voorbeeld van de toepassing van type C glas, de deur is na de botsing gebroken in oneindig kleine stukjes relatief ongevaarlijk glas.

Het gelaagd glas is op enkele plekken in de cabine gebroken en heeft naar behoren gefunctioneerd (zie Figuur 14).

Op enkele plaatsen is het type B glas ook gebroken en:

- Zijn kleine splinters ontstaan die mogelijk inzittenden verwond hebben door spalwerking. Spalwerking wordt veroorzaakt doordat aan de achterzijde en voorwerp het glas breekt waardoor aan voorzijde kleine, mogelijk gevaarlijke, deeltjes glas uit de ruit springen. Doordat deze mogelijk scherpe deeltjes glas snelheid hebben kunnen personen die voor de glasplaat zitten gewond raken (zie Figuur 18);
- Is het in messcherpe grote stukken gescheurd zijn. Bij vrijelijk bewegen, door snel afremmen van de SLT, kan dat inzittenden verwond hebben (zie Figuur 17).



Figuur 17 Type B glas dat is uiteengevallen in verschillende delen met messcherpe punten.



Figuur 18 Op de zitting van deze stoel lagen, onder meer, vele kleine scherpe glasdeeltjes ten gevolge van spalwerking.

Handgrepen:

Enkele delen van de cabine zijn enkel voorzien van klapstoelen die dwars op de rijrichting gemonteerd zijn. Het resultaat hiervan is dat een cabine gerealiseerd is met veel mogelijke staanplaatsen en enkele zitplaatsen. Wat opvalt, bijvoorbeeld in vergelijking met een metro compartiment, is dat er nagenoeg geen handgrepen voor de staande dan wel lopende passagiers in het compartiment aanwezig zijn. Hierdoor is het erg lastig voor staande/lopende passagiers om zich te stabiliseren tijdens het rijden en afremmen van de trein.

Informatie panelen:

Op verschillende plekken in de cabine zijn informatie panelen gemonteerd.

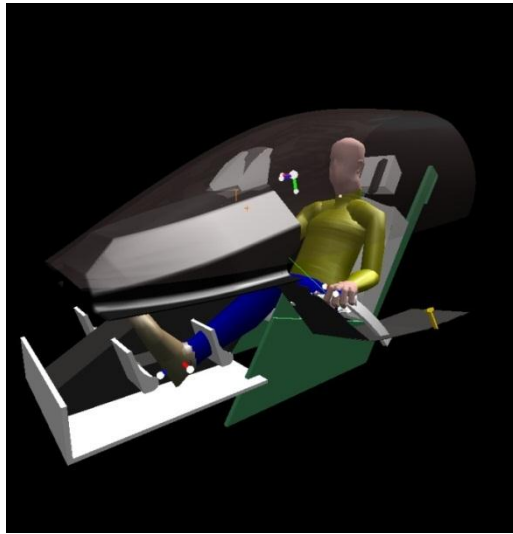
Op enkele plekken is de positie zodanig dat de panelen zich in de zone bevinden waarbinnen het hoofd bij normale en minder normale bewegingen van de passagier en/of trein zich kan bevinden (zie Figuur 19).



Figuur 19 Een infopaneel dat is geplaatst binnen het gebied waarbinnen het hoofd van een passagier zich kan bewegen.

4 Aanbevelingen

Bovengenoemde constatering is kwalitatief, meer kan ook niet verwacht worden bij een eerste schouw. Onduidelijk is hoe goed of slecht de situatie is, in kwantitatieve zin, wanneer het gaat om voldoende ruimte te bieden voor het kunnen zitten, in/uitstappen voor 95% van de populatie. Aanbevolen wordt om dit in 3D te onderzoeken. Hierbij kan hopelijk gebruik gemaakt worden van de 3D scans die van het SLT en VIRM interieur gemaakt zijn. Deze kunnen gecombineerd worden met 3D antropometrische modellen. Zo kan in maat en getal de ergonomische kwaliteit van de SLT en de VIRM, zowel voor passagiers als de machinist en instructeur, vastgesteld worden (zie Figuur 20).



Figuur 20 Een voorbeeld van een antropometrisch mensmodel in een werkplek (de F16 cockpit).

Bovendien wordt aanbevolen om:

- In detail uit te pluizen of het gebruikte veiligheidsglas voldoet in daarvoor gangbare richtlijnen, zowel voor de veiligheid voor een passagier die tegen het glas botst als diegene die mogelijk geraakt kan worden door delen van gebroken glas;
- Inzittenden van de cabines voor de machinist uit te laten stijgen voorafgaande aan een botsing. Immers, het is onduidelijk hoe bots veilig verschillende cabines zijn;
- Informatiepanelen en kledinghaken buiten het beweeggebied van het hoofd te plaatsen.

5 Ondertekening

Soesterberg, september 2012



Drs. W.M. Piek
Research Manager

TNO



ir. A.J.K. Oudenhuijzen
Auteur

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- 5 ex Onderzoeksraad voor Veiligheid
 Den Haag
- 2 ex TNO vestiging Soesterberg,
 Archief
- 2 ex TNO vestiging Soesterberg
 ir. A.J.K. Oudenhuijzen
 drs. W.S.M. Piek