

Automotive Campus 30
5708 JZ Helmond
Postbus 756
5700 AT Helmond

www.tno.nl

T +31 88 866 57 29
F +31 88 866 88 62

TNO-rapport

TNO 2018 R11484

Technisch onderzoek Stint

Datum	12 december 2018
Auteur(s)	
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	41 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Inspectie Leefomgeving en Transport t.n.v. de heer van Diepenbeek Postbus 16191 2500 BD Den Haag
Projectnaam	Onderzoek Stint
Projectnummer	

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, 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 belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

Samenvatting

Op 20 september 2018 vond er op een spoorwegovergang in Oss een tragisch ongeluk plaats met een 'Buitenschoolse Opvang (BSO)-Stint'. Naar aanleiding van dit ongeval heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (hierna: "ILT") aan TNO op 16 oktober 2018 opdracht gegeven om een veiligheidsanalyse van de 'BSO-Stint' uit te voeren op de hieronder genoemde vragen. Deze veiligheidsanalyse doet uitspraken over het veiligheidsniveau van het voertuig in het algemeen en doet geen uitspraken over de mogelijke oorzaken van het ongeval in Oss.

In dit onderzoeksrapport doet TNO verslag van de veiligheidsanalyse van de BSO-Stint. Het onderzoek is gebaseerd op de analyse van drie voertuigen. Deze zijn door ILT beschikbaar gesteld. Het gaat om het voertuig waarvan aangenomen is door TNO dat dit model aangeboden is geweest aan de RDW (het 'keuringsvoertuig') en twee nieuwere modellen. Eén van die voertuigen is volgens informatie van ILT twee dagen later gebouwd als het voertuig dat betrokken was bij het ongeval in Oss. Alle drie voertuigen zijn 'BSO-Stints' en bedoeld voor het vervoer van passagiers.

Op 16 november 2018 is door ILT een bijeenkomst georganiseerd waarbij verscheidene mensen concrete verbetervoorstellen konden aandragen. Van die bijeenkomst doet TNO verslag in ander rapport, te weten TNO 2018 R11485 [12].

Het doel van de door TNO uitgevoerde veiligheidsanalyse is de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen:

1. Hoe beoordeelt TNO het veiligheidsniveau van het voertuig voor het beoogde gebruik (personenvervoer)?
2. Welke mogelijkheden acht TNO aanwezig om een eventueel onvoldoende veiligheidsniveau alsnog op een aanvaardbaar niveau te krijgen?
3. Wat is de mogelijke invloed van elektromagnetische straling op het functioneren van het voertuig?
4. Welke modificaties hebben nieuwere voertuigen [] en [] ondergaan ten opzichte van het keuringsvoertuig en wat is de invloed van deze modificaties op de veiligheid?

TNO gaat bij haar onderzoek uit van de volgende vertrekpunten:

(i) Wettelijk kader

De Stint is toegelaten op de Nederlandse weg als 'bijzondere bromfiets' op grond van art. 20b, Wegenverkeerswet 1994 op 4 april 2012.

(ii) Technisch kader

De functionele veiligheidsanalyse is gebaseerd op de 'ISO26262 Functional safety for road vehicles' standaard [3]. Deze ISO norm definieert de vereisten voor functionele veiligheid in de automobielsector.

(iii) EMC testen

De immuniteit van het nieuwe model Stint voor elektromagnetische straling is beproefd conform bijlage 6 van UN / ECE Regulation No. 10 - Rev.5 [10]. Verder zijn ook testen uitgevoerd met hogere veldsterktes dan voorgeschreven en bij meer oriëntaties van het voertuig ten opzichte van de antenne.

Conclusies

Voertuigen [] en [] hebben een aantal technische modificaties ondergaan ten opzichte van het keuringsvoertuig zoals onder andere een motor met meer vermogen en toepassing van een bedrijfsrem. De twee nieuwe voertuigen verschillen onderling constructief op details en zijn functioneel identiek.

Een functionele veiligheidsanalyse heeft geleid tot een overzicht van de functionele risico's en de daarbij behorende veiligheidsniveau 's. Bij de gevonden risico's zijn zes veiligheidsdoelstellingen geformuleerd waaraan de voertuigen zouden moeten voldoen:

1. Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
2. Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.
3. Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.
4. Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn.
5. Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.
6. Als de bestuurder niet aanwezig is moet het voertuig in de parkeerstand staan.

Bij evaluatie van het keuringsvoertuig en de nieuwere voertuigen ([] en []) blijkt dat beide typen voertuigen aan geen van deze veiligheidsdoelstellingen voldoen. Het veiligheidsniveau van beide voertuigen is daarmee ontoereikend voor personenvervoer:

- Geen van de onderzochte voertuigen halen de wettelijk vereiste remvertraging van 4 m/s^2 . Bij het keuringsvoertuig valt op dat er geen bedrijfsrem is gemonteerd waarmee het voertuig kan worden afgeremd als de aandrijving niet meer beschikbaar is of niet goed functioneert. Voertuigen [] en [] hebben wel een bedrijfsrem maar die is onvoldoende krachtig.
- Voor alle onderzochte Stints geldt dat het ontbreken van een zitplaats leidt tot veiligheidsrisico's voor remmen en sturen door de grotere kans dat de bestuurder van het voertuig valt. Dit leidt in alle rij situaties tot een onbeheersbare situatie; er is immers geen bestuurder op het (rijdende) voertuig.
- Bij het keuringsvoertuig leidt losraken van de nuldraad naar de gashendel in een technisch oncontroleerbare en voor een bestuurder onbeheersbare versnelling van het voertuig. Het losraken van de nuldraad naar de gashendel leidt ook bij [] en [] tot ongewenst versnellen. Hier is deze faalmodus wel controleerbaar door het terugdraaien van de gashendel tot de nulstand. Het is echter niet waarschijnlijk dat een bestuurder in een panieksituatie altijd de goede actie onderneemt als deze situatie zich voordoet.
- Ook de automatische parkeerrem kan leiden tot gevaarlijke situaties wanneer deze ongewenst geactiveerd wordt tijdens het rijden. De kans dat dit gebeurt is te groot omdat veel faalmodi leiden tot dit ongewenst activeren. Bovendien kan een stilgevallen voertuig pas van een gevaarlijke plek verwijderd worden nadat de parkeerrem handmatig gelicht wordt en het contact uitgeschakeld wordt. Dit zijn geen intuïtieve handelingen, zeker niet in een panieksituatie.

De EMC testen tonen aan dat de aandrijving van voertuig [REDACTED] niet ontoelaatbaar beïnvloed wordt door elektromagnetische straling, ook niet bij hogere veldsterktes of bij andere oriëntatie van het voertuig ten opzichte van de antenne dan de norm voorschrijft. Het LCD display is wel gevoelig voor elektromagnetische straling. Dit laatste voldoet niet aan de norm.

Aanbevelingen

De belangrijkste aanbevelingen om de veiligheid tijdens het gebruik van de Stint voor personenvervoer op acceptabel niveau te krijgen zijn hieronder beschreven. Deze aanpassingen moeten allemaal uitgevoerd worden om alle veiligheidsdoelstellingen te halen.

1. Het voertuig moet worden voorzien van een goedwerkend remsysteem op alle wielen dat wat betreft technische eisen tenminste voldoet aan de reguliere toelatingseisen voor dit type voertuig.
2. Omdat het voertuig ook op hellingen gebruikt wordt, moet een oplossing worden ontwikkeld voor het gecontroleerd tot stilstand brengen van het voertuig wanneer de bestuurder van het voertuig valt. Een beter en goedkoper alternatief is het aanbrengen van een inrichting die de kans minimaliseert dat een bestuurder van het voertuig valt, zoals bijvoorbeeld een zitplaats. Met een zitplaats blijft het voertuig ook bestuurbaar doordat de bestuurder altijd op een rijdend voertuig aanwezig is.
3. De faalmodus 'ongewenst accelereren' moet te allen tijde worden voorkomen door het toepassen van een redundant signaal en een geschikte methode van foutdetectie. De motorregelaar die gebruikt wordt in [REDACTED] en [REDACTED] biedt de mogelijkheid voor beide oplossingen.
4. De automatische parkeerrem moet vervangen worden door een handmatig bediende parkeerreminrichting zodat het voertuig bij stilvallen vrij kan blijven rollen. Een handmatig bediende parkeerrem kan ook niet onbedoeld geactiveerd worden. De parkeerrem zou bediend moeten worden door een bedienelement in de directe nabijheid van de andere bedienorganen en zo worden uitgerust dat het niet kan worden vergeten.

Uit de remtesten met [REDACTED] blijkt dat de aandrijving de rem tegenwerkt wanneer de rem harder wil remmen dan de aandrijving. Dit conflict tussen remmen en aandrijving moet opgelost worden. Dit kan eenvoudig worden gerealiseerd door het inbouwen van een schakelaar in de remhendel die het signaal naar de motorregelaar afgeeft om de aandrijving uit te schakelen als de remhendel bediend wordt.

In het rapport worden nog enkele andere technische punten beschreven zoals verlichting, montage van de gashendel, regelconcept en instellingen van de regelaar die kunnen bijdragen aan een hoger veiligheidsniveau. De lezer wordt daarvoor verwezen naar de desbetreffende hoofdstukken.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Definities.....	6
2	Inleiding	7
2.1	Aanpak van het onderzoek.....	7
3	Beschrijving van de ‘BSO-Stint’	9
3.1	Algemene kenmerken van de Stint.....	10
3.2	Stint [REDACTED]	11
3.3	Voertuigen [REDACTED] en [REDACTED]	13
3.4	Voertuigfuncties	17
4	Veiligheidsanalyse.....	19
4.1	Analyse veiligheidsrisico's voor de ‘BSO Stint’	20
4.2	Evaluatie van het ontwerp	22
4.3	Aanbevelingen voor aanpassingen aan het voertuig	24
4.4	Conclusies veiligheidsanalyse	26
5	Voertuigtesten.....	27
5.1	Remvertraging	27
5.2	EMC testen	31
5.3	Effect hoge temperatuur op de elektronica	32
5.4	Constructie gashendel	32
5.5	Conclusies voertuigtesten	34
6	Conclusies en aanbevelingen	35
7	Referenties	38
8	Ondertekening	39
	Bijlage(n)	
	A HARA Stint voor personenvervoer	
	B HARA Stint voor andere toepassingen	

1 Definities

Definities, uit UN / ECE Regulation No. 78 - Rev.1 [9]

Reminrichting	Het geheel van organen dat ten doel heeft de snelheid van een bewegend voertuig geleidelijk te verminderen, een bewegend voertuig tot stilstand te brengen of een reeds stilstaand voertuig onbeweeglijk te houden
Bedrijfsreminrichting	De bedrijfsreminrichting moet het mogelijk maken de beweging van het voertuig te regelen en het voertuig op veilige, snelle en doeltreffende wijze tot stilstand te brengen, ongeacht de snelheid en belasting en ongeacht de stijgende of dalende helling waarop het voertuig zich bevindt. De werking ervan moet kunnen worden geregeld. De bestuurder moet deze remming vanaf zijn zitplaats kunnen bewerkstelligen zonder zijn handen van het stuurorgaan te nemen
Regelbare remming	Een remming waarbij binnen het normale werkingsgebied van de reminrichting, zowel gedurende het aantrekken als het lossen van de remmen: - de bestuurder door middel van het bedieningsorgaan de remkracht te allen tijde kan vergroten of verkleinen, - de remkracht in dezelfde zin verandert als die waarin het bedieningsorgaan wordt gehanteerd (monotone functie), en - de remkracht gemakkelijk met voldoende nauwkeurigheid kan worden geregeld.
Parkeerreminrichting	De parkeerreminrichting moet het mogelijk maken het voertuig onbeweeglijk te houden op een stijgende of dalende helling, ook bij afwezigheid van de bestuurder, waarbij dan de actieve onderdelen aangespannen blijven door middel van een uitsluitend mechanisch werkende inrichting. De bestuurder moet deze remmen vanaf zijn zitplaats in werking kunnen stellen.
Beladen voertuig	Het tot de maximummassa beladen voertuig
Onbeladen voertuig	Het lege voertuig, plus de bestuurder en alle voor de tests vereiste apparatuur en instrumenten
Maximummassa	De door de voertuigfabrikant opgegeven technisch toelaatbare maximummassa

2 Inleiding

Naar aanleiding van een ongeval met een 'Stint' in Oss op 20 september 2018 heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (hierna: "ILT") aan TNO de opdracht gegeven voor een technische veiligheidsanalyse van de 'Stint'. Het doel van de analyse is de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen:

- 1A. Hoe beoordeelt TNO het veiligheidsniveau van het voertuig voor het beoogde gebruik (personenvervoer) afgezet tegen onder andere de aspecten als:
- reminrichting: alle onderdelen van het voertuig die betrekking hebben op het tot stilstand brengen van het voertuig;
 - aandrijflijn: alle onderdelen van het voertuig die er voor zorgen dat de wielen draaien en het voertuig voortbeweegt;
 - stuurinrichting: alle onderdelen van het voertuig die betrekking hebben op het (be)sturen van het voertuig.

En specifiek ten aanzien van:

- de mogelijkheid tot versnellen bij een storing (wegvallen, kabelbreuk etc.) van de 0-kabel;
- de constructie van de gashendel (veer, microswitch etc.);
- de kracht van de handrem op zichzelf en in combinatie met de elektromotor in verschillende snelheden;
- ophoping van warmte in de console en het effect daarvan op de bedrading en de controller;
- de plaatsing van het contactslot op het voertuig in relatie tot de bediening van het voertuig.

1B. In het geval dat TNO het veiligheidsniveau van het voertuig – op zichzelf dan wel in relatie tot het beoogde gebruik – als onvoldoende beoordeelt, welke mogelijkheden acht TNO dan aanwezig om dit alsnog op een aanvaardbaar veiligheidsniveau te krijgen?

2. Wat is de mogelijke invloed van elektromagnetische straling op het functioneren van het voertuig? In het bijzonder:

- wekt het voertuig zelf elektromagnetische straling op die de werking van het voertuig kan verstoren?
- is het mogelijk dat het voertuig wordt beïnvloed door straling van buiten het voertuig?

3A. Welke modificaties hebben het voertuig [] en [] ondergaan ten opzichte van voertuig []

3B. Hoe beoordeelt TNO de invloed van deze modificaties op de veiligheid van het voertuig, zowel op zichzelf als in relatie tot het beoogde gebruik (personenvervoer)?

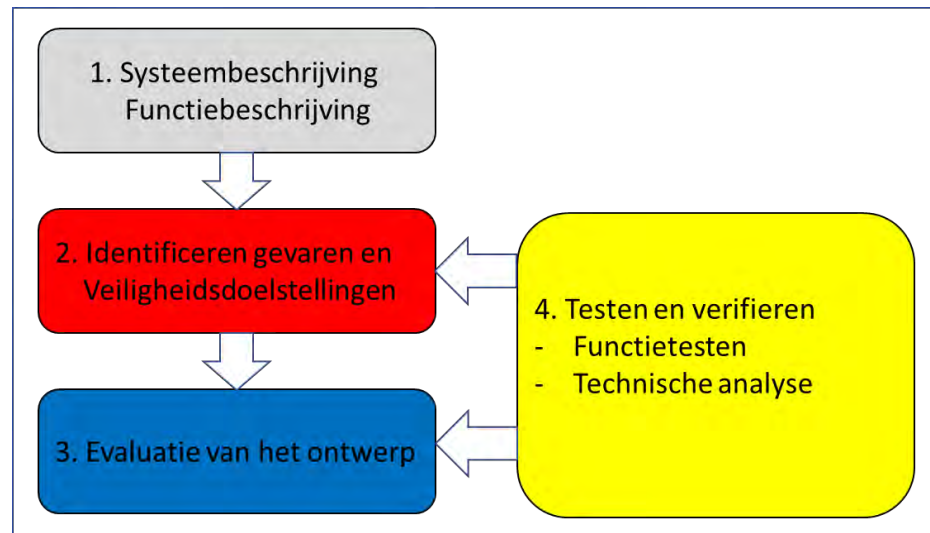
2.1 Aanpak van het onderzoek

TNO heeft een technische veiligheidsanalyse uitgevoerd op de door ILT ter beschikking gestelde voertuigen. Deze analyse bestaat uit drie stappen:

1. Analyse van de technische en constructieve aspecten van de drie voertuigen.

2. Veiligheidsanalyse, gebaseerd op hoofdstuk 7 van deel 3 van de 'ISO26262 Road vehicles - Functional safety' standaard [3].
3. Rijtesten om het prestatieniveau van de voertuigen vast te stellen, ter ondersteuning van de veiligheidsanalyse.

Voor de veiligheidsanalyse van stap 2 wordt de aanpak gevolgd die in Figuur 1 schematisch is weergegeven.



Figuur 1: Overzicht van de veiligheidsanalyse

1. **Systeembeschrijving en functiebeschrijving:** het uitgangspunt van een veiligheidsanalyse is de systeembeschrijving. Deze beschrijft het systeem vanuit het gebruikersperspectief. Op basis van de systeembeschrijving worden (alleen) de functies beschreven die beschouwd zullen worden in de veiligheidsanalyse. Hoofdstuk 3 bevat de systeembeschrijving.
2. **Gevaren identificeren en opstellen van veiligheidsdoelstellingen:** voor de functies uit stap 1 zijn de mogelijke gevaren en risico's in kaart gebracht. Hiervoor is een Hazard Analysis and Risk Assessment (hierna: "**HARA**") gebruikt. Uit de HARA wordt vervolgens 'veiligheidsdoelstellingen' gedestilleerd waaraan het voertuig zou moeten voldoen om veiligheid te kunnen garanderen. Deze stap wordt beschreven in hoofdstuk 4.
3. **Evaluatie van het ontwerp:** het daadwerkelijke ontwerp en realisatie van het voertuig worden geëvalueerd om te beoordelen of daarmee de veiligheidsdoelstellingen gehaald worden. Er is een technische analyse uitgevoerd naar faalmechanismes die kunnen leiden tot het niet voldoen aan de veiligheidsdoelstellingen. Deze analyse is gebaseerd op visuele inspectie (bijvoorbeeld van de instellingen van de regelaar of van de constructie van (delen van) het voertuig. Ook is proefondervindelijk getest wat de reactie van het voertuig is op het moedwillig aanbrengen van 'fouten' zoals verbreken van elektrische contacten. De evaluatie van het ontwerp wordt beschreven in hoofdstuk 4.
4. **Testen en verifiëren:** voor de evaluatie zijn zowel rijtesten alsmede een EMC test uitgevoerd. Deze testen worden beschreven in Hoofdstuk 5.

3 Beschrijving van de 'BSO-Stint'

Voor het onderzoek zijn drie exemplaren van de Stint door ILT aan TNO ter beschikking gesteld. Alle voertuigen zijn van het type 'BSO-Stint' en bedoeld voor personenvervoer. Het gaat om de volgende voertuigen, te weten:

- voertuig met 'Vehicle Identification Number' (VIN): [REDACTED] compleet voertuig met opbouw;
- voertuig met VIN: [REDACTED] - [REDACTED] compleet voertuig met opbouw; en
- voertuig met VIN: [REDACTED] - [REDACTED] voertuig zonder opbouw.

Onderstaande foto's tonen de voertuigen zoals geleverd aan TNO. In dit hoofdstuk worden de voertuigen beschreven. Deze beschrijving is gebaseerd op visuele inspectie van deze drie exemplaren.



Figuur 2: Stint [REDACTED]



Figuur 3: Stint [REDACTED] - [REDACTED] (anoniem gemaakt)



Figuur 4: [REDACTED]

3.1 Algemene kenmerken van de Stint

Een Stint is een vierwielig voertuig met een staplatform voor de bestuurder boven de achteras en een plastic opbouw of 'bak' boven de vooras. Er zijn meerdere uitvoeringen van deze bak. In het geval van de 'BSO Stint', heeft deze opbouw twee zitbanken in lengterichting van het voertuig.

De Stint is toegelaten op de Nederlandse weg als 'bijzondere bromfiets' op grond van art. 20b, Wegenverkeerswet 1994 die gold ten tijde van de toelating van de Stint tot de openbare weg. De Minister van Infrastructuur en Milieu heeft bij beschikking van 4 november 2011 de Stint aangewezen als voertuig dat in het Nederlands verkeer gebruik mag worden.¹ Deze beschikking is op 4 april 2012 gepubliceerd in de Staatscourant.² Dit rapport gaat daarom uit van het wettelijk kader zoals dat gold op 4 april 2012.

Kenmerkend voor de Stint is dat de bestuurder staat. Dit is afwijkend van andere lichte voertuigen die gebruikt worden voor het vervoer van kinderen, zoals bakfietsen; deze zijn voorzien van een zitplaats. Het stuur is gemonteerd op een stuurkolom direct voor de staplatform van de bestuurder. Het stuur heeft twee handvaten. Het rechterhandvat is de gashendel waarmee de snelheid van het voertuig kan worden geregeld.

De gashendel is het belangrijkste bedienelement voor het regelen van de voertuigsnelheid. Dit betekent: (i) verdraaien van deze hendel wordt vertaald in een gewenste voertuigsnelheid, (ii) de gashendel in ruststand correspondeert met stilstaand voertuig (iii) een maximaal verdraaide hendel correspondeert met de maximale rijnsnelheid en (iv) het loslaten van de gashendel leidt tot afremmen van het voertuig met behulp van de aandrijfmotor. Dit regelconcept wordt vaak toegepast in bijvoorbeeld Scootmobielen; Zie bijvoorbeeld pagina's 11 en 12 van

¹ Zie voor meer informatie TK 2018-2019, 29 398, nr. 612 bijlage goedkeuringsbrief aan Stint, kenmerk IenM/BSK-2011/155241.

² Stcrt. 2012, 6543.

‘Vermeiren Ceres 4’ Gebruiksaanwijzing [4] en pagina 12 van ‘Pride Victory XL 140 Gebruikshandleiding’ [5].

Volgens de ‘Gebruikshandleiding BSO’ [2] kunnen in de ‘BSO-Stint’ maximaal tien kinderen vervoerd worden. Er zijn tien sets “heupgordels” op de zitbanken gemonteerd. Deze heupgordels zijn volgens de handleiding bedoeld om de kinderen te beletten te gaan staan tijdens het rijden. De uitvoering van de zitplaatsen en de constructie van de heupgordels is vergelijkbaar met die van andere voertuigen die voor het vervoer van kinderen worden gebruikt; zie bijvoorbeeld ‘CargoBike Cruiser Long’ [6] en ‘Redding KDV-BSO’ [7].

Verder valt op dat de verlichting van de Stint altijd aan staat en weinig lichtopbrengst heeft; ze lijkt vooral bedoeld om gezien te worden. De verlichting valt buiten beschouwing van dit rapport.

3.2 Stint

In dit rapport is aangenomen dat Voertuig met VIN: het voertuig is dat ter beoordeling is aangeboden bij RDW. Dit VIN-nummer staat ook vermeld op het testrapport RDW-0004 van 20 september 2011 [1]. In het vervolg van het rapport zal dit voertuig aangeduid worden als ‘keuringsvoertuig’.

3.2.1 Constructie

Het frame van dit voertuig bestaat voornamelijk uit vierkante stalen buisprofielen. Het frame is gelast. Alle wielen zijn star (niet geveerd) verbonden met het frame. De stuurkolom is scharnierbaar uitgevoerd. Om dit mogelijk te maken is de stuurstang ter plaatse van het scharnier voorzien van een kruiskoppeling met aanzienlijke speling. Deze speling kan veroorzaakt zijn door slijtage.

Het keuringsvoertuig is niet voorzien van een bedrijfsrem. Er is wel een parkeerrem op de motor aangebracht die het voertuig automatisch blokkeert als het voertuig tot stilstand komt en die automatisch gelicht wordt als de bestuurder de gashendel bedient. Deze parkeerrem kan ook handmatig worden ontgrendeld met een ‘vrijloophendel’. De vrijloophendel voor het handmatig ontgrendelen van de parkeerrem is aangebracht aan de achterkant van het bestuurdersplatform (rode pijl in Figuur 5). Het voertuig kan vrij rollen als deze hendel ontgrendeld is (hendel naar beneden). Als de rem handmatig ontgrendeld is kan het voertuig vrij rollen maar de elektrische voortstuwing kan dan niet worden geactiveerd. Om de elektrische aandrijving te kunnen activeren moet de remhendel altijd in vergrendelde toestand staan.



Figuur 5: Stint Vrijloophendel

3.2.2 Aandrijving

Het voertuig is elektrisch aangedreven door een gelijkstroommotor met een nominaal vermogen van 800W en wordt gevoed door batterijen (24V werkspanning). De elektrische motor drijft de achterwielen aan middels een vaste overbrenging en een differentieel. De elektrische componenten, inclusief regelaar van de motor zijn ingebouwd onder het bestuurdersplatform.

3.2.3 Bediening

Het stuur van het keuringsvoertuig bestaat uit een recht fietsstuur met twee handvaten (zie Figuur 6). Het rechterhandvat is de gashendel waarmee de snelheid van het voertuig kan worden geregeld. Dit is het enige bedienement om de snelheid te regelen; er is geen remhendel of rempedaal aangebracht. Aan het stuur en de stuurkolom zijn ook de andere bedienementen aangebracht. Deze bedienementen bestaan uit:

- een contactslot met twee standen: aan/uit. Opvallend is dat de sleutel niet (meer) vergrendeld is in het contactslot; de sleutel kan uitgenomen worden als het contact 'aan' staat;
- een tuimelschakelaar met twee standen namelijk vooruit/achteruit;
- een tuimelschakelaar met twee standen voor instelling van de maximale rijnsnelheid: snel/langzaam;
- een bel;
- twee drukknoppen voor richtingaanwijzer: links/rechts; en
- een indicator voor de laadstatus van de batterij.



Figuur 6: Stint [redacted] Stuur met bedienelementen

Om te kunnen rijden met het keuringsvoertuig moet:

- de vrijloophendel in vergrendelde toestand staan (hendel naar boven);
- het contact op 'aan' staan;
- de keuzeschakelaar op 'vooruit' of 'achteruit' gezet worden (schakelaar staat al in één van beide posities);
- de keuzeschakelaar 'snel' of 'langzaam' gezet worden (schakelaar staat al in één van beide posities);
- de snelheid geregeld worden met de gas/remhendel.

Bij het vanuit stilstand weggrijden wordt eerst de parkeerrem automatisch ontgrendeld en na het tot stilstand komen weer vergrendeld. De snelheid van het voertuig wordt tijdens rijden alleen geregeld door de elektrische aandrijving. De regeling is zo ingesteld dat een bepaalde stand van de gas/remhendel overeenkomt met een gewenste voertuigsnelheid.

3.3 Voertuigen [redacted] en [redacted]

Uit de drie ter beschikking gestelde voertuigen en uit de aan TNO geleverde informatie is niet te bepalen hoeveel verschillende modellen van de Stint bestaan of hebben bestaan. Bij de inspectie blijkt dat de voertuigen met VIN:

[redacted] - [redacted] en VIN: [redacted] - [redacted] beiden duidelijk afwijken van het keuringsvoertuig maar slechts in detail van elkaar verschillen: Bij [redacted] zijn de elektrische componenten waaronder de motorregelaar ondergebracht in een grotere kast. Er is daarvoor meer ruimte voor de bedrading. Wat betreft voertuigconstructie en de gebruikte elektrische componenten zijn voertuigen [redacted] en [redacted] identiek. Uit vergelijkende voertuigtests blijkt dat de rijnsnelheid en de vertraging ook identiek zijn. In de rest van dit rapport zullen deze voertuigen worden aangeduid als 'nieuw model'.

3.3.1 Constructie

De constructie van voertuigen [REDACTED] en [REDACTED] wijkt op de volgende punten af van het keuringsvoertuig. Figuur 7 toont de verschillen tussen het [REDACTED] (links op de foto) en het keuringsvoertuig (rechts op de foto). Deze verschillen zijn:

- het frame is gemaakt van roestvaststaal;
- de voorasconstructie is uitgevoerd met onafhankelijke vering;
- de constructie van de stuurinrichting is veranderd. De stuurkolom is niet meer scharnierbaar uitgevoerd zodat de kruiskoppeling in de stuurstang is komen te vervallen. De stuurinrichting vertoont significant minder speling;
- er is een bedrijfsrem aangebracht die bestaat uit trommelremmen op de achterwielen. De bedrijfsrem wordt bediend door een remhendel, links aan het stuur;
- de vrijloophendel van de parkeerrem is anders uitgevoerd en zit voor het linker achterwiel (zie Figuur 8). Opvallend is dat de aandrijving geactiveerd kan worden als de parkeerrem is ontgrendeld. In dat geval wordt de parkeerrem niet meer geactiveerd bij stilstand. Het voertuig wordt dus niet meer stilgehouden;
- De opbouw is hoger gemonteerd (zie Figuur 9);
- Het nieuwe model is korter dan het keuringsvoertuig; gemeten lengte nieuwer model: 226 cm; keuringsvoertuig 234 cm.



Figuur 7: Vergelijk [REDACTED] (links) en keuringsvoertuig (rechts)



Figuur 8: Nieuwer model Stint: Vrijloophendel voor linker achterwiel



Figuur 9: Vergelijk hoogte opbouw keuringsvoertuig (links) en nieuw model (rechts)

3.3.2 Aandrijving

Er is een driefase-elektromotor met een nominaal vermogen van 1200 W toegepast. De motorsturing en andere elektrische componenten zijn nu in een aparte kast onder de kunststof opbouw ondergebracht. De maximale rijnsnelheid is begrensd door een instelling in de software van de motorregelaar.

3.3.3 Bediening

Om te kunnen rijden met het nieuw model moet:

- het contact op 'aan' staan;
- de keuzeschakelaar op 'vooruit' of 'achteruit' gezet worden (schakelaar staat al in één van drie posities 'neutraal', 'vooruit' of 'achteruit');
- de keuzeschakelaar 'snel' of 'langzaam' gezet worden (schakelaar staat al in één van beide posities);
- de snelheid geregeld worden met de gashendel.

Bij het vanuit stilstand weggrijden wordt eerst de parkeerrem automatisch ontgrendeld en na het tot stilstand komen weer vergrendeld. De snelheid van het voertuig wordt tijdens rijden alleen geregeld door de elektrische aandrijving. De regeling is zo ingesteld dat een bepaalde stand van de gashendel overeenkomt met een gewenste voertuigsnelheid. Zoals eerder beschreven kan het nieuw model ook gebruikt worden in 'vrijloopstand'. In dat geval is de parkeerrem altijd ontgrendeld en wordt het voertuig ook niet meer geblokkeerd bij stilstand.

Aan het stuur is bij het linkerhandvat een remhendel aangebracht die de bedrijfsrem bedient. Remmen is bij het nieuwer model mogelijk door de gashendel terug te draaien naar de nulstand en/of door de remhendel te bedienen. Opvallend is dat de bedrijfsrem minder krachtig is dan de elektrische aandrijving; bij conflicterende commando's ('gasgeven' met de gashendel en remmen met de remhendel) komt het voertuig niet tot stilstand maar blijft op een lagere snelheid doorrijden.



Figuur 10: stuur met bedienelementen

Verdere wijzigingen zijn onder andere:

- het stuur is voorzien van een 'dashboard' met de bedienelementen en een LCD display. De keuzeschakelaar voor 'snel' en 'langzaam' is geïntegreerd in het LCD display. De verschillende functies van het LCD display zijn niet relevant voor de veiligheid tijdens het rijden en worden verder niet behandeld.

Het remmechanisme is deels enkel uitgevoerd en is zo gemonteerd dat een passagier (onbedoeld) remmen met de remhendel tegenwerkt of zelfs blokkeert (zie Figuur 11). Hier is op de linker foto (in de gele cirkel) een deel van de rembediening te zien. Bij bediening van de rem beweegt dit deel naar boven. Doordat dit deel onbeschermd is kan een passagier dit (onbedoeld) tegenhouden, bijvoorbeeld met de voet.



Figuur 11: Nieuw model Stint onbeschermd rembediening.

3.4 Voertuigfuncties

Voor de beschrijving van de voertuigfuncties hieronder wordt het nieuwere model Stint als referentie genomen. Dit is om volgende redenen gedaan, te weten:

- het nieuwere model heeft meer voertuigfuncties dan het keuringsvoertuig (bijvoorbeeld 'remmen met de remhendel').
- het voertuig dat bij het ongeluk in Oss betrokken was, is een nieuwere model.
- er is een handleiding [2] beschikbaar van het nieuwere model.

Eventuele afwijkingen van het 'keuringsvoertuig' worden in de tekst beschreven. De terminologie voor bedienelementen zoals gebruikt in de 'Gebruikershandleiding BSO [2] wordt daarbij zoveel mogelijk aangehouden. Deze functiebeschrijving zal gebruikt worden bij de veiligheidsanalyse in hoofdstuk 3.

1. Activeren van alle voertuigfuncties met het contactslot

Bedienen van het contactslot activeert de elektrische installatie van het voertuig en geeft de rijfuncties vrij, onafhankelijk van de beginstand van de rijfuncties. Activeren van het voertuig activeert dus ook meteen de aandrijving als de bestuurder bijvoorbeeld 'gas geeft' tijdens het bedienen van het contact.

2. Remmen met gashendel

Wanneer de bestuurder de gashendel terug laat veren naar de neutrale stand, zal de Stint op de motor remmen.

3. Remmen met remhendel (alleen nieuw model)

De remhendel geplaatst aan de linkerkant van het stuur kan gebruikt worden als bestuurder meer vertraging wenst dan bereikt kan worden met de gashendel.

4. Snelheid regelen met de gashendel

De voertuigsnelheid wordt geregeld met een draaibare hendel rechts aan het stuur. Verdraaiing van de hendel wordt vertaald in een gewenste voertuigsnelheid. De motorsturing bevat een 'voertuigsnelheidsregeling' die de voertuigsnelheid regelt als functie van het verschil tussen gewenste en gemeten voertuigsnelheid. Deze voertuigsnelheidsregeling zorgt ervoor dat de Stint remt tot stilstand als de gashendel naar de nulstand wordt teruggedraaid of als deze wordt losgelaten. Deze

regeling moet er dus ook zorgen dat het voertuig tot stilstand komt als de bestuurder van het voertuig valt. Dit is afwijkend van andere voertuigen waar de verdraaiing van gashendel vertaald wordt in de hoeveelheid aandrijfkracht. Loslaten van de gashendel betekent dan 'geen aandrijfkracht' waarbij het voertuig uitrolt tot stilstand. Dat gedrag is bij de Stint onwenselijk omdat het voertuig dan door kan blijven rijden als de bestuurder van het voertuig valt (bijvoorbeeld op een helling).

5. Inschakelen van 'vrijloopstand' en 'rijstand' met de vrijloophendel

Als de vrijloophendel in 'vrijloopstand' staat, kan het voertuig handmatig worden voortgeduwd. In de vrijloopstand is de parkeerrem handmatig ontgrendeld. Het voertuig kan vrij rollen en kan handmatig bewogen worden. Deze functie kan gebruikt worden om de Stint te stallen of handmatig te verplaatsen.

Als de vrijloophendel in 'rijstand' staat, kan het voertuig rijden en wordt automatisch de parkeerrem ingeschakeld nadat het voertuig tot stilstand is gekomen. Als het voertuig wordt geactiveerd in 'rijstand', is de parkeerrem vergrendeld. Als vervolgens de gashendel bediend wordt, wordt deze parkeerrem elektrisch ontgrendeld en het voertuig zal gaan rijden. Bij het terugdraaien van de gas/remhendel naar de nulstand zal het voertuig weer vertragen naar stilstand. Nadat het voertuig weer tot stilstand is gekomen, wordt de parkeerrem weer automatisch vergrendeld. Bij voertuigen  en  kan de aandrijving ook geactiveerd worden (m.a.w.: het voertuig kan gebruikt worden) in 'vrijloopstand'. Dit laatste is niet mogelijk bij het keuringsvoertuig.

6. Sturen

Besturing van het voertuig.

7. Rijrichtingselectie

Het selecteren van de rijrichting met de schakelaar 'vooruit en achteruit rijden'. Middels deze driestanden knop (vooruit/neutraal/achteruit) kan de bestuurder de rijrichting selecteren. In de neutraalstand blijft de motorregeling actief (regeling actief met een voertuigsnelheid van '0 km/u' als gewenste waarde). Het keuringsvoertuig heeft een tweestandenknop: Alleen 'vooruit' en 'achteruit' kunnen geselecteerd worden.

4 Veiligheidsanalyse

De veiligheidsanalyse is uitgevoerd middels een 'Hazard Analysis and Risk Assessment' (HARA), zoals beschreven in [3]. Het nieuwer model Stint () en () is als basis gebruikt voor de veiligheidsanalyse. Waar nodig zijn voor het keuringsvoertuig de afwijkingen ten opzichte van het nieuwer model beschreven. De veiligheidsanalyse is uitgevoerd op de voertuigfuncties zoals beschreven in paragraaf 3.4.

Deze veiligheidsanalyse valt uiteen in twee delen. In het eerste deel worden de risico's bepaald als effect op het falen van een functie. Dit deel wordt beschreven in paragraaf 4.1. Daarna, in paragraaf 4.2 wordt het voertuig getoetst aan de uitkomsten van het eerste deel.

In het eerste deel van de veiligheidsanalyse wordt voor diverse scenario's het effect beschreven van het falen van telkens één van de functies. Aangenomen wordt dat alle andere functies nog wel beschikbaar zijn. Het scenario kan daarbij heel algemeen zijn ("rijden in alle situaties") tot heel specifiek ("het oversteken van een gevaarlijke kruising"). Er wordt in dit deel ook nog geen uitspraak gedaan over *hoe* de faalmodus op kan treden of hoe groot de kans daarop is. Dat gebeurt pas bij de toetsing van het ontwerp in paragraaf 4.2. Het optreden van een faalmodus moet dus gelezen worden als: "Stel dat functie [...] niet beschikbaar is in scenario [...], wat is dan het veiligheidsrisico?"

De mogelijke faalmodi van de voertuigfuncties zijn in het algemeen:

- een functie is niet beschikbaar wanneer het gewenst is;
- de reactie van de functie is minder dan gewenst: de functie werkt in onvoldoende mate (voor regelbare functies zoals remmen en sturen);
- de reactie van de functie is meer of groter dan gewenst;
- de functie wordt actief wanneer het niet gewenst is.

Bij de analyse wordt het effect van het optreden van een bepaalde storing geanalyseerd.

Bijlage A beschrijft het resultaat van de Hazard Analysis and Risk Assessment (HARA) voor een Stint voor personenvervoer. Hierin zijn alleen faalmodi opgenomen die gevaar opleveren. Bij de analyse is de ernst van de situatie ingeschat voor de bestuurder en passagiers van het voertuig. Eventuele verwondingen van andere weggebruikers door een optredend gevaar zijn buiten beschouwing gelaten.

Voor iedere combinatie van faalmodus en scenario worden de gevolgen in Bijlage A subjectief beoordeeld op drie aspecten:

1. Ernst van het effect van het falen ('Severity'): het mogelijke gevolg van het optreden van het gevaar voor persoonlijke veiligheid. Materiële schade wordt hierbij buiten beschouwing gelaten. Er zijn drie gradaties, te weten: (1) lichte verwondingen; (2) zware verwondingen maar hoge overlevingskansen en (3) zware verwondingen, overlevingskansen gering.
2. Kans dat de situatie zich voordoet ('Exposure'): hoe vaak komen de gebruiksomstandigheden voor waarin de faalmodus gevaarlijk is. Er zijn vier gradaties: 1: zeer kleine kans tot 4: grote kans (>10% van de verkeerssituaties)

3. Beheersbaarheid ('Controlability'): de mogelijkheid van de bestuurder om het effect te voorkomen of te verminderen. Ook hier zijn drie gradaties, te weten: (1) eenvoudig te beheersen, (2) normaal te beheersen en (3) moeilijk of niet beheersbaar.

Een hoge score op 'Severity', 'Exposure' en 'Controlability' leidt tot een groot risico en betekent dus dat hoge eisen gesteld moeten worden aan de integriteit en beschikbaarheid van een bepaalde voertuigfunctie. Dit vereiste veiligheidsniveau wordt bij veiligheidsanalyses vaak aangeduid met de term 'Safety Integrity Level' of SIL-niveau. Er zijn vier SIL-niveau's: SIL-A tot en met SIL-D, waarbij SIL-D de zwaarste classificatie is. Als het veiligheidsniveau lager is dan SIL-A (bijvoorbeeld in bijlage B) dan wordt ook de kwalificatie 'QM' (Quality Management) gebruikt wat betekent dat iets volgens geldende kwaliteitsnormen moet worden gebouwd.

De veiligheidsanalyse leidt tot een overzicht van de functionele risico's en de daarbij behorende veiligheidsniveau's (SIL-niveau). Bij de risico's worden veiligheidsdoelstellingen geformuleerd. De veiligheidsdoelstellingen ('Safety Goals' in Bijlage A en B) dienen als leidraad voor het evalueren van het functionele veiligheidsniveau van het voertuig. De functionele veiligheidsanalyse geldt voor alle voertuigen die functioneel voldoen aan het voertuig dat beoordeeld is. Met andere woorden: De veiligheidsanalyse is ook geldig voor eventuele technische varianten van BSO Stints met dezelfde functionaliteit. Voertuigen met een andere functionaliteit dienen wel opnieuw beoordeeld te worden.

In bijlage B is bijvoorbeeld een HARA voor een Stint voor andere doeleinden als voorbeeld bijgevoegd. Hier is alleen een bestuurder in de analyse meegenomen. In vergelijking met een Stint voor personenvervoer valt op dat het vereiste SIL-niveau in alle gevallen lager is. In de situatie van de stilgevallen Stint kan de bestuurder bijvoorbeeld besluiten zichzelf in veiligheid te brengen en het voertuig achter te laten.

4.1 Analyse veiligheidsrisico's voor de 'BSO Stint'

Voor de veiligheidsanalyse is uitgegaan van het scenario dat de passagiers kleine kinderen zijn die een gordel dragen. In dit geval is het niet te verwachten dat de kinderen zelfstandig uit een gevaarlijke situatie kunnen wegkomen. Dit leidt bijvoorbeeld al tot een groot gevaar bij het stilvallen van het voertuig op een gevaarlijke plaats in het verkeer. Het is in die situatie waarschijnlijk het snelste om het stilgevallen voertuig, inclusief de passagiers, handmatig uit de gevaarlijke situatie weg te duwen.

Onderstaande secties geven per functie een korte uitleg van de HARA voor de Stint voor personenvervoer. Ook worden veiligheidsdoelstellingen geformuleerd voor de optredende veiligheidsrisico's.

4.1.1 *Remmen met gashendel en remmen met remhendel*

De faalmodi 'geen remvertraging wanneer vereist' en 'minder remvertraging dan verwacht' kunnen in veel voorkomende verkeerssituaties leiden tot levensbedreigende verwondingen. De beheersbaarheid van het gevaar door de bestuurder is slecht. Dit leidt tot het hoogste veiligheidsrisico.

Deze faalmodus kan ook optreden als de bestuurder tijdens het rijden van het voertuig valt. Op een vlakke weg en flauwe hellingen komt het voertuig binnen een redelijke afstand tot stilstand zodat vooral de bestuurder risico zal lopen op verwondingen. Dit is de afstand die het voertuig ook zou afleggen bij normaal remmen. Bij afdalen van een steilere helling bestaat echter het risico dat het voertuig niet of veel later tot stilstand komt of zelfs versnelt wat kan leiden tot levensbedreigende verwondingen bij de passagiers.

De bijbehorende veiligheidsdoelstelling luidt:

“Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.”

4.1.2 *Snelheid regelen met gashendel*

Ongewenste acceleratie kan in de meeste rijsituaties leiden tot levensbedreigende verwondingen. De bestuurder kan deze situatie moeilijk beheersen: Doordat de bestuurder verrast wordt door de onverwachte acceleratie laat hij/zij vaak na de juiste handeling te verrichten, ook als een ogenschijnlijk simpele handeling een eind kan maken aan de ongewenste acceleratie. Zie bijvoorbeeld [8].

De bijbehorende veiligheidsdoelstelling luidt:

“Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.”

Bij het ongewenst stilvallen van het voertuig ('geen acceleratie wanneer gewenst') wordt na het tot stilstand komen van het voertuig automatisch de parkeerrem bekrachtigd. Daardoor is het voertuig geblokkeerd en kan pas worden weggeduwd naar een veilige plek nadat de parkeerrem handmatig naar vrijloopstand wordt geschakeld en het contact wordt uitgeschakeld (omdat de motorregeling het verplaatsen van het voertuig tegenwerkt). De kans dat dit gebeurt op een gevaarlijke plek is weliswaar niet zo hoog maar de beheersbaarheid is slecht. De enige relatief snelle manier om kleine kinderen in veiligheid te brengen is door het voertuig (met kinderen erin) te verplaatsen.

De veiligheidsdoelstelling luidt:

“Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.”

4.1.3 *Sturen*

Uitvallen van de besturing is moeilijk te beheersen door de bestuurder (enkel door te remmen) en kan leiden tot niet levensbedreigende verwondingen in de meeste rijsituaties. Verder is het voertuig onbestuurbaar wanneer de bestuurder van het voertuig valt.

De veiligheidsdoelstelling luidt:

“Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn.”

4.1.4 *Voertuig activeren en deactiveren met contactslot*

Het ongewenst deactiveren van het voertuig leidt tot het activeren van de parkeerrem en een ongecontroleerd sterk afremmen van het voertuig. Indien dit gebeurt zal dit in de meeste rijsituaties wellicht leiden tot lichte verwondingen. Als dit echter gebeurt op gevaarlijke plekken (overweg, drukke kruising, bij oversteken)

is er kans op levensgevaar door botsing met andere weggebruikers omdat het voertuig stilvalt op een gevaarlijke positie. Zie de veiligheidsdoelstelling bij 4.1.2.

4.1.5 *Inschakelen van vrijloopstand en rijstand*

Het ongewenst activeren van de parkeerrem leidt ook tot een ongecontroleerd afremmen van het voertuig.

De veiligheidsdoelstelling voor de faalmodus 'ongewenst afremmen' luidt:

"Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest".

Als het voertuig ongewenst in 'vrijloopstand' staat kan het onbedoeld in beweging komen. Dit kan leiden tot niet levensbedreigende verwondingen.

De bijbehorende veiligheidsdoelstelling luidt:

"Als de bestuurder niet aanwezig is moet het voertuig in de parkeerstand staan"

In Tabel 1 is een overzicht van de veiligheidsdoelstellingen gegeven. Deze veiligheidsdoelstellingen worden in paragraaf 4.2 gebruikt bij de evaluatie van het voertuig.

Tabel 1: Veiligheidsdoelstellingen

1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
2	Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.
3	Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.
4	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn.
5	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.
6	Als de bestuurder niet aanwezig is moet het voertuig in de parkeerstand staan.

4.2 Evaluatie van het ontwerp

De zes veiligheidsdoelstellingen uit Tabel 1 dienen als basis om het veiligheidsniveau van het voertuig te beoordelen. Bij deze beoordeling is gebruik gemaakt van: (i) visuele inspectie, (ii) het uitlezen van de software van de motorregelaar, (iii) het uitvoeren van functionele testen en (iv) het moedwillig aanbrengen van fouten om het gedrag van het voertuig bij optreden van bepaalde fouten te onderzoeken. Deze fouten zijn aangebracht door één voor één de draden van en naar de motorregelaar te onderbreken (overigens zonder daarbij de bedrading zelf of de elektrische systemen in het voertuig te beschadigen). Alle bedrading van de bedienelementen naar de motorregelaar, contactslot en bedrading naar de encoder (hoeksensor) van de motor zijn hierbij onderbroken. Ook is de reactie op het tijdens het rijden lostrekken van de laadstekker getest.

Bedrading van de verlichting en claxon zijn niet meegenomen in de veiligheidsanalyse.

Bij verreweg de meeste faalmechanismen bestaat de reactie uit het gecontroleerd tot stilstand komen van het voertuig doordat de motorregelaar als reactie op de fout de voertuigsnellheid terugbrengt naar stilstand; dit is normaal gedrag als reactie op optreden van storingen en leidt niet tot onaanvaardbare veiligheidsrisico's. In een aantal gevallen leiden de faalmechanismen tot het niet halen van de veiligheidsdoelen en daarmee tot een onaanvaardbaar veiligheidsrisico. Deze gevallen zijn hieronder beschreven.

Veiligheidsdoelstelling 1: Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.

1. De aandrijving genereert geen remkoppel meer indien de accu's geheel geladen zijn. Dit kan bijvoorbeeld optreden als een helling wordt afgedaald met volledig opgeladen accu's; de accu's raken overladen waardoor ze geen energie meer kunnen opnemen. Daardoor stijgt de voedingspanning wat uiteindelijk zal leiden tot inkomen van de overspanningsbeveiliging en uitvallen van de aandrijving (en daarmee ook het remmen op de motor).
2. De aandrijving genereert geen remkoppel meer als de motorregelaar oververhit raakt (zie beschrijving temperatuurtesten in hoofdstuk 4).
3. De bedrijfsrem op voertuigen [] en [] werkt alleen op de achterwielen en heeft minder remvermogen dan de aandrijving.
4. Bij het breken van de enkel uitgevoerde remkabel is de bedrijfsrem niet meer beschikbaar.
5. Het keuringsvoertuig heeft geen bedrijfsrem. Bij uitvallen van de aandrijving is geen mogelijkheid tot (regelbaar) vertragen meer aanwezig.
6. De remwerking van de elektromotor van beide typen is onvoldoende om een (beladen) voertuig op een helling binnen redelijke afstand tot stilstand te brengen.

Veiligheidsdoelstelling 2: Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.

1. Ongewenste acceleratie tot maximale snelheid is bij voertuigen [] en [] mogelijk als de 0-draad van de gashendel losraakt. Het is een kleine maar denkbare kans dat dit gebeurt, bijvoorbeeld bij een draadbreek of verlies van contact in een stekker. De bestuurder is dan niet in staat om met de remhendel het voertuig te stoppen omdat de remwerking daarvan onvoldoende is. De bestuurder kan, met beide handen aan het stuur, het voertuig alleen stoppen door de gashendel helemaal naar de nulstand te draaien. Deze methode van opheffen (helemaal terugdraaien van de gashendel) is moeilijk te beheersen; doordat de staande bestuurder zichzelf ook moet stabiliseren is het denkbaar dat de hendel in een panieksituatie niet (helemaal) naar de nulstand wordt gedraaid.
2. Bij het keuringsvoertuig leidt losraken van de nuldraad van de gashendel tot een onbeheersbaar versnellen tot de hoogste snelheid. De gashendel heeft geen enkele veiligheidsvoorziening en er is geen bedrijfsrem aanwezig. De enige technische mogelijkheid om het voertuig te stoppen is het omdraaien van de contactsleutel. Dit is echter moeilijk beheersbaar voor een bestuurder omdat ten minste één hand moet worden losgenomen van het stuur.

3. Bij het keuringsvoertuig kan de sleutel uit het contactslot verwijderd worden of uit het contactslot vallen als het contact 'aan' staat. In dat geval is er geen bediening van de parkeerrem meer mogelijk.

Veiligheidsdoelstelling 3: Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.

De parkeerrem van het voertuig zal automatisch geactiveerd worden bij stilstand zodat het voertuig geblokkeerd is in stilstand. Indien de aandrijving nog actief is zal deze ook proberen het voertuig stil te houden. Wegduwen van het voertuig kan alleen nadat het voertuig in vrijloopstand gezet is met de vrijloophendel en het voertuig uitgeschakeld wordt met de contactsleutel; als de keuzeschakelaar voor rijrichting in 'neutraal' gezet wordt blijft de regeling actief.

Veiligheidsdoelstelling 4: Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn.

Het risico om van het voertuig te vallen is groter dan bij voertuigen met een zitplaats. De bestuurder moet beide handen aan het stuur houden om zichzelf tijdens het rijden te stabiliseren: Het stuur dient als houvast voor de bestuurder (staplaats).

Veiligheidsdoelstelling 5: Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.

Ongewenste activering van de parkeerrem resulteert in een ongecontroleerd en niet regelbaar remmen van de achterwielen. De kans dat de automatisch bediende parkeerrem ongewenst activeert is te groot; dit gevaar ontstaat (onder andere) als

1. De elektrische voeding naar de parkeerrem onderbroken wordt;
2. de elektrische voeding naar de regelelektronica van de motor onderbroken wordt;
3. de laadstekker onderaan de stuurkolom losraakt tijdens het rijden;
4. de contactsleutel (onbedoeld) wordt omgedraaid of;
5. de elektrische aansluiting naar het contactslot onderbroken raakt.

Veiligheidsdoelstelling 6: Als de bestuurder niet aanwezig is moet een stilstaand voertuig in de parkeerstand staan.

Bij [] en [] is het mogelijk om de aandrijving van het voertuig te activeren met de parkeerrem in vrijloopstand. De bestuurder heeft geen zicht op de stand van de vrijloophendel. Bij het keuringsvoertuig is het niet mogelijk om de aandrijving te activeren met het voertuig in vrijloopstand.

Zowel het keuringsvoertuig als de nieuwere voertuigen [] en [] hebben een aantal tekortkomingen waardoor geen van de veiligheidsdoelen behaald worden. Daardoor zijn beide onderzochte typen Stint onvoldoende veilig voor het beoogde doel. Paragraaf 4.3 beschrijft de noodzakelijke aanpassingen voor een acceptabel veiligheidsniveau.

4.3 Aanbevelingen voor aanpassingen aan het voertuig

Per veiligheidsdoelstelling zijn hieronder de mogelijke technische aanpassingen beschreven. De aanpassingen zijn beschreven met het nieuwer model als basis

maar is ook geldig voor het keuringsvoertuig. Deze aanpassingen dienen allen opgevolgd te worden om een aanvaardbaar veiligheidsniveau te waarborgen.

Veiligheidsdoelstelling 1: Bestuurder moet te allen tijde het voertuig tot stilstand kunnen brengen

- 1) Het voertuig moet worden voorzien van een goedwerkend remsysteem op alle wielen dat wat betreft technische eisen tenminste voldoet aan de reguliere toelatingseisen voor dit type voertuig. Het is aan te raden om het remsysteem zo te dimensioneren dat zelfs bij een eventueel overbeladen voertuig genoeg remvermogen beschikbaar is.
- 2) Omdat het voertuig ook op hellingen gebruikt wordt moet een andere oplossing worden ontwikkeld voor het gecontroleerd tot stilstand brengen van het voertuig wanneer de bestuurder van het voertuig valt. Dit is in geen geval de huidige automatische parkeerrem die tot een ongecontroleerde vertraging kan leiden (zie veiligheidsdoelstelling 5). Een (beter en goedkoper) alternatief is het aanbrengen van een inrichting die de kans minimaliseert dat een bestuurder van het voertuig valt, zoals bijvoorbeeld een zitplaats.

Veiligheidsdoelstelling 2: Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.

De faalmodus 'ongewenst accelereren' moet te allen tijde worden voorkomen, door het toepassen van een redundant signaal en een geschikte methode van foutdetectie ('out of range-detectie'). Een out of range detectie kan eenvoudig worden gerealiseerd door het elektrische bereik van de gebruikte gashendel groter te maken dan het mechanische bereik; het elektrische bereik voor nulstand tot volgas varieert daarbij bijvoorbeeld van 0,5 V tot 4,5 V. In het geval van verlies van elektrisch contact valt de gemeten spanning buiten dit bereik zodat een draadbreuk eenvoudig kan worden gedetecteerd. De in het nieuwere model Stint gebruikte motorregelaar biedt de mogelijkheid voor beide oplossingen.

Veiligheidsdoelstelling 3: Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.

1. De automatische parkeerrem moet vervangen worden door een handmatig bediende parkeerreminrichting zodat het voertuig bij stilvallen vrij kan blijven rollen.
2. Ook de aandrijving werkt het vrij rollen tegen. Als bijvoorbeeld het voertuig stilvalt maar de aandrijving actief blijft (bijvoorbeeld bij een draadbreuk naar de gashendel) probeert de aandrijving het voertuig actief stil te houden. Pas na uitzetten van het contact kan het voertuig echt vrij rollen. Dit gedrag is onwenselijk maar is onontkoombaar omdat de snelheidsregeling nodig is om het voertuig tot stilstand te brengen als de bestuurder van het voertuig is gevallen (Veiligheidsdoelstelling 1).
3. Als het voertuig wordt voorzien van een zitplaats vervalt dit probleem. Het is dan aan te bevelen om de aandrijving uit te schakelen als de bestuurder niet op het voertuig aanwezig is zodat het voertuig te allen tijde vrij rolt tenzij een rem

wordt bediend. Ook zou gekozen kunnen worden voor een ‘koppelregeling’ in plaats van een ‘snelheidsregeling’ zodat het voertuig altijd vrij rolt bij ‘gas los’.

Veiligheidsdoelstelling 4: Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn.

Het is wenselijk om een inrichting aan te brengen die de kans minimaliseert dat een bestuurder van het voertuig valt (zoals bijvoorbeeld een zitplaats). Zie ook de wenselijkheid van een zitplaats bij veiligheidsdoelstelling 1.

Veiligheidsdoelstelling 5: Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.

De automatische parkeerrem moet vervangen worden door een handmatig bediende parkeerreminrichting. Een handmatig bediende parkeerrem (mits uit het bereik van de passagiers van een BSO-Stint) kan niet onbedoeld geactiveerd worden.

Veiligheidsdoelstelling 6: Als de bestuurder niet aanwezig is moet een stilstaand voertuig in de parkeerstand staan.

Een (handmatig bediende) parkeerrem is noodzakelijk om het voertuig op hellingen onbeweeglijk te houden. De parkeerrem zou bediend moeten worden door een bedienelement in de directe nabijheid van de andere bedienorganen en zo worden uitgerust dat het niet kan worden vergeten. Dit laatste zou bijvoorbeeld kunnen worden gerealiseerd door een ‘bestuurderdetectie’ in te bouwen. Dit is bijvoorbeeld een schakelaar in het stapplateau of zitplaats die bij afstappen een geluidsignaal geeft als de parkeerrem niet is bediend. Dit geluidsignaal moet ook actief worden met het contact ‘uit’; deze inrichting moet direct op de stroomvoorziening worden aangesloten (en niet via het contactslot).

4.4 Conclusies veiligheidsanalyse

In het kader van de veiligheidsanalyse zijn een aantal veiligheidsdoelstellingen geformuleerd. Bij evaluatie blijkt dat noch het keuringsvoertuig noch het nieuw model aan deze veiligheidsdoelstellingen voldoet. Aan beide voertuigen zijn een aantal aanpassingen nodig om voldoende veiligheid voor de inzittenden te waarborgen. Deze aanpassingen moeten allemaal uitgevoerd worden om alle veiligheidsdoelstellingen te halen.

5 Voertuigtesten

Dit hoofdstuk beschrijft de testen die uitgevoerd zijn met voertuig H304 en het keuringsvoertuig. Paragraaf 5.1 beschrijft de testen van de remvertraging. In paragraaf 5.2 en paragraaf 5.3 worden respectievelijk EMC test en temperatuurtest beschreven. Tenslotte worden in paragraaf 5.5 conclusies getrokken.

Alle hier beschreven testen op het nieuwere model voertuig zijn uitgevoerd op voertuig H304 met de opbouw van [REDACTED]. Dit is gedaan omdat [REDACTED] volgens de informatie van ILT is geproduceerd kort na het voertuig dat bij het ongeval in Oss betrokken was. Voertuig [REDACTED] is niet getest. Wel is vastgesteld met vergelijkende voertuigtests dat de rijsnelheid en de vertraging van [REDACTED] en [REDACTED] identiek zijn. De remtesten zijn ook uitgevoerd op het keuringsvoertuig.

5.1 Remvertraging

De remvertraging van het keuringsvoertuig en van voertuig [REDACTED] zijn getest. Figuur 12 toont voertuig [REDACTED] met opbouw van [REDACTED] instrumentatie en belading met ballastdummies. In Tabel 2 is een overzicht weergegeven van de gebruikte instrumentatie.

Tabel 2: Overzicht van de gebruikte instrumentatie

Type meting	Naam instrument	TUI-nummer
Snelheid, positie en acceleratie	[REDACTED] [REDACTED]	[REDACTED]
Temperatuur elektronica	[REDACTED]	-
Stroom accu	[REDACTED]	[REDACTED]
Data acquisitie	[REDACTED]	[REDACTED]
Sensor interfacing	[REDACTED]	[REDACTED]
Gaspedaal positie	Afgetakt van bedrading voertuig	
Gashendel switch	Afgetakt van bedrading voertuig	
Remschakelaar	Maakschakelaar op remhendel	

Alle data is gemeten met samplefrequentie van 100 Hz.

De afgelegde afstand, snelheid en acceleratie wordt direct gemeten door de 'OXTS' RTK-GPS sensor. De remweg wordt bepaald vanaf het moment dat de bestuurder het bedieningsorgaan van het remsysteem in werking stelt tot het moment dat het voertuig tot stilstand gekomen is.

Uit de metingen wordt de remvertraging d_m in m/s^2 berekend conform VN/ECE Regeling 78 [9] met de volgende formule:

$$d_m = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25.92(s_e - s_b)},$$

met

V_1 snelheid op het ogenblik dat de bestuurder het
bedieningsorgaan van het remsysteem in werking stelt [km/h]

V_b	de voertuigsnelheid bij 0.8 V_1	[km/h]
V_e	de voertuigsnelheid bij 0.1 V_1	[km/h]
s_b	de afgelegde afstand tussen V_1 en V_b	[m]
s_e	de afgelegde afstand tussen V_1 en V_e	[m]

Voor elke testsessie zijn de accu's opgeladen met de bijgeleverde laders. De prestaties van de voertuigen (voertuigsnelheid, actieradius) gaven geen aanleiding om aan de conditie van de batterijen te twijfelen. De conditie van de accu's is niet gemeten. Herhalingen van meetsessies op verschillende dagen laten variaties in gemeten remvertraging zien die wellicht veroorzaakt zijn door bijvoorbeeld laadtoestand van de accu's. Dit effect van conditie en laadstatus van batterijen op remvertraging is ongewenst; de remwerking van een voertuig mag niet afhankelijk zijn van zaken die voor een bestuurder niet waarneembaar zijn.



Figuur 12: Voertuig [REDACTED] geïnstumenteed en beladen, met de (anoniem gemaakte) opbouw van [REDACTED]

5.1.1 Meetcondities en uitvoering van de metingen

Beide voertuigen zijn getest in beladen toestand en alleen met de bestuurder en instrumentatie (zie Tabel 3). De belading bestond uit ballastdummies, gevuld met water. De remwerking op hellingen is niet getest om de veiligheid van de testrijder te waarborgen.

Tabel 3: Gewogen massa's

	[REDACTED] [kg]	Keuringsvoertuig [kg]
Massa leeg, inclusief accu's	232	202
Massa voertuig inclusief bestuurder en instrumentatie	325	295
Massa beladen (bestuurder, instrumentatie en ballastdummies)	531	499

Weegschaal: Intercomp SW500 (TASS International), serienummer 0528MA15006, kalibratie geldig tot 12-09-2019.

De remmetingen zijn uitgevoerd met de maximale voertuigsnelheid als beginsnelheid. Bij het keuringsvoertuig is geremd door de gashendel maximaal terug te draaien. Bij [REDACTED] is op twee manieren geremd: (i) door gashendel terug te draaien en (ii) door tegelijkertijd terugdraaien van de gashendel en bedienen van de remhendel. Alle meetcondities zijn in onderstaande tabel weergegeven. Voor alle meetcondities zijn de metingen vijf keer herhaald.

Tabel 4: Meetcondities remvertragingmetingen

	Keuringsvoertuig		[REDACTED]	
	onbeladen	beladen	onbeladen	beladen
gashendel	x	x	x	x
gas-, en remhendel	-	-	x	x

Alle metingen zijn uitgevoerd op eigen terrein bij TNO in Helmond op droog asfalt en bij droog weer.

5.1.2 Meetresultaten remmetingen

In Tabel 5 zijn de meetresultaten weergegeven. Alle waarden zijn bepaald uit het gemiddelde van vijf metingen. De laatste kolom in de tabel geeft de grenzen voor standaarddeviaties aan.

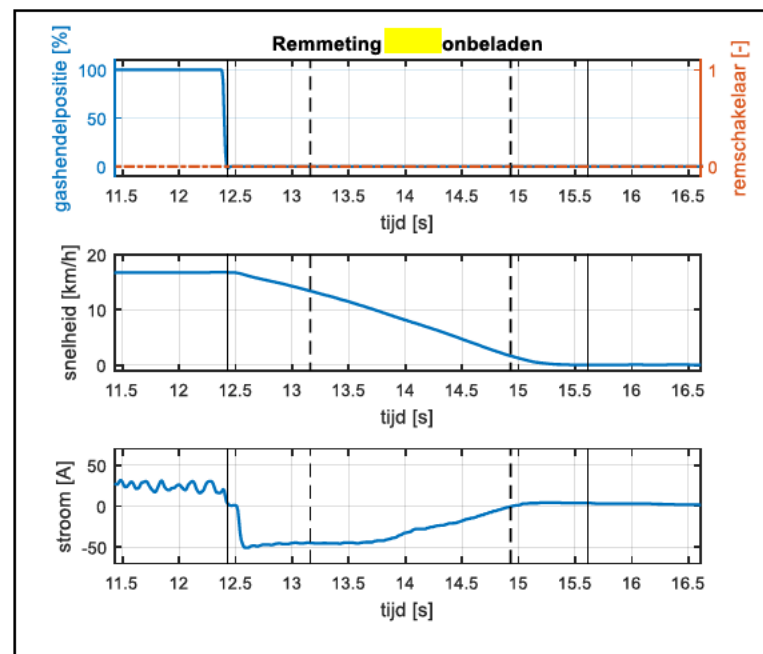
Tabel 5: Meetresultaten van de remmetingen

	Keuringsvoertuig		[REDACTED]				σ
	gashendel	gashendel	gashendel	gashendel en rem	gashendel	gashendel en rem	
belading	onbeladen	beladen	onbeladen	onbeladen	beladen	Beladen	
max snelheid [km/u]	13,4	12,5	16,8	16,8	16,6	16,6	< 0,1
remafstand [m]	7,3	7,7	7,6	5,7	9,9	6,1	< 0,2
vertraging [m/s ²]	1,5	1,2	1,6	2 0	1,2	1,9	< 0,05

Opvallend is dat in geen van de geteste condities de vereiste remvertraging van 4 m/s² bereikt wordt; de remvertraging is in alle gevallen gelijk aan of minder dan 2 m/s². Dit komt ook tot uitdrukking in de lange remwegen in alle condities. Als de voertuigen wel met 4 m/s² zouden remmen zou de remweg met een beginsnelheid van 17 km/u minder dan 3 m zijn en bij een beginsnelheid van 13,5 km/u zelfs minder dan 2 m.

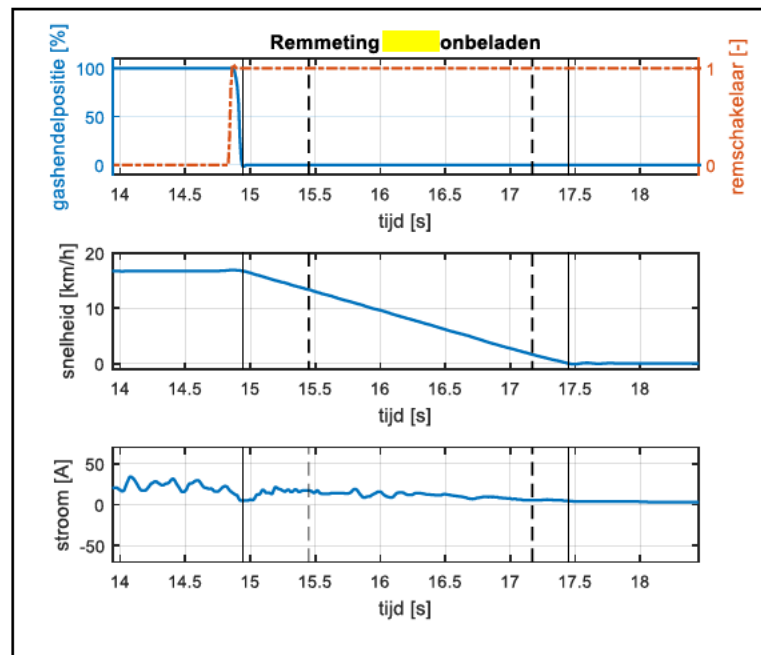
Bij voertuig [REDACTED] is de lage remvertraging deels te verklaren door twee oorzaken. Ten eerste zorgen de instellingen van de snelheidsregelaar ervoor dat de aandrijving niet maximaal afremt; de software van de motorsturing bevat een parameter voor de minimale vertragingstijd voor het afremmen van de maximale voertuigsnelheid tot stilstand. Deze parameter is zo ingesteld dat de ingestelde maximale vertraging van het voertuig 2,3 m/s² bedraagt. Dit betekent ook dat het voertuig nooit de vereiste vertraging van 4 m/s² zal bereiken bij remmen met alleen de gashendel.

Ten tweede werkt de aandrijving tegen de bedrijfsrem in bij gelijktijdig remmen met de gashendel en de remhendel. Dit zorgt ervoor dat de remweg onnodig lang wordt. Dit gedrag is goed te zien bij de remmetingen met het nieuw model. Figuur 13 toont de resultaten wanneer de remhendel niet gebruikt is. De bovenste grafiek toont de bediening van de gashendel van 0% tot 100% en de bediening van de remhendel ('0' of '1'); hier is de remhendel dus niet bediend. De middelste grafiek toont het verloop van de snelheid als functie van tijd; de onderste grafiek toont de stroom, gemeten in de voedingskabel naar de motorregelaar. Deze derde grafiek laat tijdens het afremmen een negatieve stroom zien wat betekent dat de motor in generatorbedrijf is en dus het voertuig afremt.



Figuur 13: Remmetingen onbeladen, zonder bediening van de remhendel

Figuur 14 geeft dezelfde remmeting aan maar nu met gebruik van de remhendel. In tegenstelling tot de situatie in Figuur 13 blijft de stroom tijdens remmen positief wat betekent dat de motor aandrijft en dus de frictierem tegenwerkt. Dit resulteert in een langere remweg. Dit conflict tussen frictierem en aandrijving kan opgelost worden door de aandrijving uit te schakelen als het remsysteem bediend wordt. Dit kan eenvoudig worden gerealiseerd door het inbouwen van een schakelaar in de remhendel die het signaal naar de motorregelaar afgeeft om de aandrijving uit te schakelen als de remhendel bediend wordt. Het frictieremstelsel moet dan natuurlijk wel voldoende krachtig worden ontworpen. Deze inrichting om de aandrijving uit te schakelen bij bedienen van de rem kan bovendien dienen als een additionele veiligheidsvoorziening voor eventuele storingen in de aandrijving.



Figuur 14: Remmetingen onbeladen met bekrachtiging van de remhendel

5.2 EMC testen

De immuniteit van voertuig voor elektromagnetische straling is gemeten bij DEKRA in Arnhem in het bijzijn van twee getuigen van TNO. Zie Figuur 15 voor de opstelling van het voertuig voor de EMC testen. De EMC testen zijn uitgevoerd conform Appendix 6 van VN/ECE Reglement 10 [10]. Ook zijn additionele metingen uitgevoerd waarbij de oriëntatie van het voertuig ten opzichte van de antenne is veranderd en de antenne dicht bij het voertuig is geplaatst zodat een veld met een hogere veldsterkte is aangelegd dan de norm voorschrijft (± 40 V/m). Het voertuig is getest (i) met alleen contact aan, (ii) met een ingestelde snelheid van ongeveer 10 km/h en (iii) met maximale snelheid. In alle condities zijn de achterwielen los van de grond. Vanwege de beperkte tijd en de voorkeur voor additionele testen met een hogere veldsterkte is de hoeveelheid straling die het voertuig zelf uitzendt niet gemeten. Dit is naar oordeel van TNO toelaatbaar omdat eventuele EMC straling van het voertuig niet veiligheidskritisch is voor het voertuig zelf.

Bij de testen zijn de volgende zaken geobserveerd:

- Bij ongeveer 47 tot 57 MHz valt het LCD display op het stuur uit. Dit voldoet niet aan de norm.
- Bij ongeveer 240 MHz wordt bij een ingestelde snelheid van 10 km/h een snelheidsvariatie van 0.1 km/h afgelezen van het LCD display op het stuur. Deze variatie valt binnen de norm (toelaatbare snelheidsvariatie $<10\%$ van ingestelde snelheid).



Figuur 15: [REDACTED] op de EMC opstelling van DEKRA te Arnhem

5.3 Effect hoge temperatuur op de elektronica

Het effect van hoge temperatuur op de elektronica is getest door voertuig [REDACTED] te blokkeren, de elektronica op te warmen met een heteluchtkachel en vervolgens de gashendel te bedienen zodat de motorregelaar stroom gaat leveren om de motor (trachten) aan te drijven. De temperatuur in de elektronica is gemeten met een thermokoppel in de RVS doos waarin de elektrische componenten zijn ondergebracht. De temperatuur van de elektronica wordt uitgestuurd door de motorregelaar en kan afgelezen worden van het display op het stuur. De gemeten temperatuur bij start van de test was ongeveer 30 °C. De kachel is tijdens de test actief gebleven.

Tijdens de test liep de door de motorregelaar opgegeven temperatuur in ongeveer 700 s op tot meer dan 130 °C. Daarna schakelde de motorregelaar zichzelf uit en werd de aandrijving uitgeschakeld waarbij op het scherm een knipperend thermometersymbool zichtbaar werd. De gemeten temperatuur in de RVS doos steeg tijdens deze test tot ongeveer 36 °C. Gelet op het feit dat de test een uitzonderlijke belasting is van de regelaar is het waargenomen gedrag alleszins acceptabel. Er is geen schade ontstaan aan het elektrische systeem. Na ongeveer een minuut was de motorregelaar weer voldoende afgekoeld en kon de aandrijving weer gebruikt worden.

5.4 Constructie gashendel

Tijdens metingen aan [REDACTED] is de veer in de gashendel gebroken. Daardoor kwam de gashendel niet meer zelfstandig terug in de nulstand. Het was voor de bestuurder wel mogelijk om de gashendel tot de nulstand terug te draaien. Voor de remmetingen is de kapotte gashendel vervangen door een werkend exemplaar van voertuig [REDACTED]

De kapotte gashendel is gedemonteerd voor verdere analyse. Figuur 16 toont de losse onderdelen van de gashendel.



Figuur 16: Gedemonteerde gashendel

De spiraalvormige veer is opgesloten in een ruime ringvormige kamer in het verdraaibare handvat. Het afgebroken stukje veer blijft opgesloten in deze kamer.



Figuur 17: Handvat met (gebroken) veer

Er is geprobeerd om het afgebroken stukje veer moedwillig zo te positioneren dat de gashendel geblokkeerd raakt. Dat is niet gelukt omdat de veer veel ruimte heeft binnen de ringvormige kamer. Daardoor gaat het afgebroken stukje niet vastzitten tussen de veer en het vaste of bewegende deel van de gashendel.

Door verkeerd monteren van de gashendel op het stuur kan het rubber handvat aanlopen tegen het uiteinde van het stuur. Daardoor komt de hendel niet naar de nulstand terug en blijft de aandrijving actief. In de servicehandleiding van de Stint [11] wordt beschreven hoe de gashendel gemonteerd moet worden om te voorkomen dat dit gebeurt. Het zou echter beter zijn geweest om ervoor te zorgen dat de gashendel niet verkeerd gemonteerd kan worden (bijvoorbeeld door middel van een aanslag).

5.5 Conclusies voertuigtesten

Op basis van de uitgevoerde voertuigtesten kan het volgende geconcludeerd worden.

1. Voor beide geteste voertuigen geldt dat in geen van de gemeten condities een remvertraging van 4 m/s^2 wordt behaald: Het remvermogen van beide geteste voertuigen is ontoereikend.
2. De instellingen van de gebruikte snelheidsregeling leiden bij het nieuw model Stint tot een maximaal ingestelde vertraging van 2.3 m/s^2 .
3. Bij gelijktijdig remmen met gashendel en remhendel werkt de aandrijving de rem tegen. Om dit conflict te vermijden moet de aandrijving uitgeschakeld worden als de bedrijfsrem bediend wordt.
4. De aandrijving van het nieuwe type voertuig wordt niet ontoelaatbaar beïnvloed door elektromagnetische straling, ook niet bij hogere veldsterktes dan de norm voorschrijft of bij andere oriëntatie van het voertuig ten opzichte van de antenne. Het LCD display op het stuur is wel gevoelig voor elektromagnetische straling.
5. (Moedwillige) oververhitting van de elektronica leidt niet tot blijvende schade aan het elektrische systeem. De software van de motorregelaar schakelt de aandrijving uit en meldt oververhitting adequaat aan de bestuurder. Na opheffen van de oorzaak geeft de motorregelaar de aandrijving na korte tijd weer vrij.
6. Het is onwaarschijnlijk dat de gashendel blokkeert door een gebroken veer. Het is wel mogelijk om de gashendel verkeerd te monteren zodat deze niet goed terugkomt in de nulstand. Dit zorgt ervoor dat de aandrijving actief blijft.

6 Conclusies en aanbevelingen

De in dit rapport beschreven veiligheidsanalyse dient ter beantwoording van onderzoeksvragen zoals in hoofdstuk 2 beschreven. TNO heeft deze veiligheidsanalyse uitgevoerd op de drie door ILT ter beschikking gestelde voertuigen: het voertuig dat aangeboden is aan de RDW (het 'keuringsvoertuig') en twee nieuwere modellen (en). Het resultaat van deze analyse wordt hieronder per vraag en deelaspect weergegeven. De onderzoeksvragen zoals door ILT geformuleerd zijn cursief gedrukt. Bij 1A is het aspect 'parkeerrem' toegevoegd. Deze ontbreekt in de oorspronkelijke onderzoeksvraag.

1A. Hoe beoordeelt TNO het veiligheidsniveau van het voertuig voor het beoogde gebruik (personenvervoer) afgezet tegen onder andere de aspecten als:

- *reminrichting*: De remvertraging is onvoldoende; de remvertraging is (voor keuringsvoertuig en) minder dan de vereiste waarde van 4 m/s^2 . Als de bestuurder van het voertuig valt is op hellingen niet voldoende gewaarborgd dat het voertuig veilig tot stilstand komt;
- *aandrijflijn*: De aandrijving werkt het wegduwen van een stilgevalen voertuig tegen. Dit gebeurt als bijvoorbeeld het voertuig stilvalt maar de aandrijving actief blijft. Pas na uitzetten van het contact kan het voertuig echt vrij rollen. De instellingen van de voertuigsnelheidsregeling zorgen er ervoor dat de aandrijving niet maximaal afremt. Bovendien werkt bij de aandrijving de bedrijfsrem tegen bij gelijktijdig remmen met de gashendel en de remhendel. Dit zorgt ervoor dat de remweg onnodig lang wordt;
- *stuurinrichting*: Het keuringsvoertuig vertoont veel speling op het stuursysteem. De stuursystemen van voertuigen en vertonen nagenoeg geen speling. De bestuurbaarheid van de Stint is niet altijd gewaarborgd: De kans dat de bestuurder van het voertuig valt is te groot;
- *parkeerrem*: de automatische parkeerrem kan leiden tot gevaarlijke situaties wanneer deze ongewenst geactiveerd wordt tijdens het rijden. De kans dat dit gebeurt is te groot omdat veel faalmodi leiden tot dit ongewenst activeren. Bovendien kan een stilgevalen voertuig pas van een gevaarlijke plek verwijderd worden nadat de parkeerrem handmatig gelicht en het contact uitgeschakeld wordt.

En specifiek ten aanzien van:

- *de mogelijkheid tot versnellen bij een storing van de 0-kabel*: Ongewenste acceleratie treedt op bij wegvallen van de 0-kabel. Bij het keuringsvoertuig is deze fout technisch niet controleerbaar. Bij voertuigen en is deze fout alleen op te heffen door de gashendel helemaal terug te draaien tot de nulstand. De beheersbaarheid daarvan is onvoldoende;
- *de constructie van de gashendel*: Bij en is het onwaarschijnlijk dat de gashendel blokkeert door een gebroken veer. Het is wel mogelijk om de gashendel verkeerd te monteren zodat deze niet goed terugkomt in de nulstand. Dit zorgt ervoor dat de aandrijving actief blijft. De gashendel van het keuringsvoertuig heeft geen microswitch en heeft daardoor een onvoldoende veiligheidsniveau;
- *de kracht van de handrem op zichzelf en in combinatie met de elektromotor in verschillende snelheden*: Het keuringsvoertuig heeft geen bedrijfsrem. Bij en de bedrijfsrem onvoldoende krachtig;
- *ophoping van warmte en het effect daarvan op de bedrading en de controller*: Oververhitting van de elektronica van leidde niet tot blijvende schade aan

het elektrische systeem. De motorregelaar schakelde de aandrijving uit bij oververhitting en meldde de oververhitting adequaat aan de bestuurder. Bij het keuringsvoertuig is deze test niet uitgevoerd;

- *de plaatsing van het contactslot op het voertuig in relatie tot de bediening van het voertuig:* Tijdens het rijden met een Stint moet de bestuurder beide handen aan het stuur moet houden om zichzelf te kunnen stabiliseren; de bestuurder kan niet een hand loslaten om het contactslot te bedienen zonder het risico te lopen van het voertuig te vallen. Bovendien zou het uitschakelen van het contact tijdens rijden zorgen voor een niet regelbaar sterk afremmen van het voertuig.

1B. In het geval dat TNO het veiligheidsniveau van het voertuig – op zichzelf dan wel in relatie tot het beoogde gebruik – als onvoldoende beoordeelt, welke mogelijkheden acht TNO dan aanwezig om dit alsnog op een aanvaardbaar veiligheidsniveau te krijgen?

- Het voertuig moet worden voorzien van een goedwerkend remsysteem op alle wielen dat wat betreft technische eisen tenminste voldoet aan de reguliere toelatingseisen voor dit type voertuig.
- Omdat het voertuig ook op hellingen gebruikt wordt, moet een oplossing worden ontwikkeld voor het gecontroleerd tot stilstand brengen van het voertuig wanneer de bestuurder van het voertuig valt. Een beter en goedkoper alternatief is het aanbrengen van een inrichting die de kans minimaliseert dat een bestuurder van het voertuig valt, zoals bijvoorbeeld een zitplaats. Met een zitplaats blijft het voertuig ook bestuurbaar doordat de bestuurder altijd op een rijdend voertuig aanwezig is.
- De faalmodus 'ongewenst accelereren' moet te allen tijde worden voorkomen door het toepassen van een redundant signaal en een geschikte methode van foutdetectie. De in het nieuwere model Stint gebruikte motorregelaar biedt de mogelijkheid voor beide oplossingen.
- De automatische parkeerrem moet vervangen worden door een handmatig bediende parkeerreminrichting zodat het voertuig bij stilvallen vrij kan blijven rollen. Een handmatig bediende parkeerrem kan ook niet onbedoeld geactiveerd worden.
- De parkeerrem zou bediend moeten worden door een bedienement in de directe nabijheid van de andere bedienorganen en zo worden uitgerust dat het niet kan worden vergeten.

Uit de remtesten met  blijkt dat de aandrijving de rem tegenwerkt wanneer de rem harder wil remmen dan de aandrijving. Dit conflict tussen aandrijving moet opgelost worden. Dit kan eenvoudig worden gerealiseerd door het inbouwen van een schakelaar in de remhendel die het signaal naar de motorregelaar afgeeft om de aandrijving uit te schakelen als de remhendel bediend wordt.

2. Wat is de mogelijke invloed van elektromagnetische straling op het functioneren van het voertuig? In het bijzonder:

- *wekt het voertuig zelf elektromagnetische straling op die de werking van het voertuig kan verstoren?:* Vanwege de beperkte tijd en de voorkeur voor additionele testen met een hogere veldsterkte is de hoeveelheid straling die het voertuig zelf uitzendt niet gemeten. Dit is naar oordeel van TNO toelaatbaar omdat eventuele EMC straling van het voertuig niet veiligheidskritisch is voor het voertuig zelf.
- *is het mogelijk dat het voertuig wordt beïnvloed door straling van buiten het voertuig?* De aandrijving van H304 werd niet onaanvaardbaar beïnvloed door

elektromagnetische straling. Het LCD scherm was wel gevoelig. Dit voldoet niet aan de norm.

3A. Welke modificaties hebben het voertuig [REDACTED] en [REDACTED] ondergaan ten opzichte van voertuig [REDACTED]? Voertuigen [REDACTED] en [REDACTED] zijn qua constructie, elektrische componenten en rijprestaties identiek. Er zijn een aantal constructieve verschillen tussen de voertuigen [REDACTED] en [REDACTED] enerzijds en het keuringsvoertuig: (i) het frame is gemaakt van roestvaststaal, (ii) de voorwielen zijn onafhankelijk geveerd, (iii) de opbouw is hoger gemonteerd (iv) het nieuwere model is korter dan het keuringsvoertuig. Er zijn ook functionele verschillen tussen [REDACTED] en [REDACTED] en het keuringsvoertuig:

- de constructie van de stuurinrichting is verbeterd en vertoont significant minder speling.
- er is een bedrijfsrem aangebracht die bestaat uit trommelremmen op de achterwielen. De bedrijfsrem wordt bediend door een remhendel links aan het stuur.
- de vrijloophendel van de parkeerrem is anders uitgevoerd. Opvallend is dat de aandrijving geactiveerd kan worden als de parkeerrem is ontgrendeld. Dit betekent dat de parkeerrem niet meer activeert bij stilstand en het voertuig dus niet meer stilgehouden wordt, bijvoorbeeld op hellingen. Dit laatste is een verslechtering ten opzichte van het keuringsvoertuig.

3B. Hoe beoordeelt TNO de invloed van deze modificaties op de veiligheid van het voertuig, zowel op zichzelf als in relatie tot het beoogde gebruik (personenvervoer)?

Zie beantwoording 1A

7 Referenties

- [1] Testrapport RDW, Betreffende de aanwijzing van bijzondere bromfietsen waarvoor geen Europese typegoedkeuring vereist is, in overeenstemming met artikel 20b Wegenverkeerswet zoals gepubliceerd in Staatblad 2010, nummer 744, testrapportnummer RDW-0004, datum 20-09-2011
- [2] Gebruikershandling BSO, versie 2018-08, Stint Urban Mobility, Noorenz B.V.
- [3] ISO26262-3 Road vehicles — Functional safety — Part 3: Concept phase
- [4] Vermeiren Ceres 3 – Ceres 4 Gebruiksaanwijzing, www.vermeiren.be
- [5] Pride Victory XL 140 Gebruikshandleiding, www.pridemobility.com
- [6] www.bakfiets.nl
- [7] www.reddingtrikes.com
- [8] Phil Koopman, A Case Study of Toyota Unintended Acceleration and Software Safety, Carnegie Mellon University, September 18, 2014, https://users.ece.cmu.edu/~koopman/pubs/koopman14_toyota_ua_slides.pdf
- [9] UN / ECE Regulation No. 78 - Rev.1 - Braking (category L vehicles)
- [10] UN / ECE Regulation No. 10 - Rev.5 - Electromagnetic compatibility
- [11] Stint Service handleiding, versie 2018-01, Stint Urban Mobility
- [12] Benders, F., Analyse verbetervoorstellen BSO Stint, TNO 2018 R11485

8 Ondertekening

Helmond, 12 december 2018



S.M. Krosse
Afdelingshoofd

TNO



Auteur

A

HARA Stint voor personenvervoer

Nr	Functie	Gevaarlijke situatie nummer	Gevaar	Situatie analyse & gevaar identificatie			Hazard Classification						Determination of Safety Goal		
				Rij & operationele situatie	Effect van falen	Hevigheid (Severity)	verantwoording - H (S)	Kans dat situatie zich voordoet (Probability of Exposition)	verantwoording - K(E)	Controleerbaarheid (Controllability)	verantwoording - C	resulting SIL	Safety Goal ID-No	Safety Goal	
Stint voor personenvervoer				SCENARIO	WEGCONDITIES		0-3		0-4		0-3	QM .. SIL D			
	Remmen (regeneratief en remhendel)														
1	Remmen met gashendel en remmen met remhendel	1	Geen remvertraging wanneer vereist	Bestuurder valt van het voertuig / is van het voertuig gevallen	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Geen bestuurder, voertuig komt vanzelf tot stilstand vanwege de gebruikte snelheidregeling (setpoint v = 0 km/h)	C	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
2				Bestuurder valt van het voertuig / is van het voertuig gevallen	helling	Botsing met andere weggebruikers of objecten	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	2	Op hellingen	3	Geen bestuurder, Voertuig komt niet tot stilstand vanwege (te steile) helling	B	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
3				tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	D	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
4		2	Minder remvertraging dan verwacht	tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	D	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.
	Snelheid regelen														
5	Snelheid regelen met gashendel	3	geen acceleratie wanneer gewenst	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	alle wegcondities	Voertuig komt tot stilstand op een onveilige positie in een onveilige situatie .	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	2	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	3	De bestuurder moet de vrijloopstand inschakelen EN de contactsleutel 'uit' zetten alvorens het voertuig te kunnen verplaatsen.	B	SG5	Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.
6		4	onbedoelde/onverwachte acceleratie	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Voertuig botst met andere weggebruikers of objecten.	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	D	SG2	Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.
7				Tijdens stilstand (met bestuurder)	alle wegcondities	Voertuig rijdt weg en botst met andere weggebruikers of objecten.	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	3	Bij stilstaan in voetgangergebieden	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	C	SG2	Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.
	Parkeren en vrij rollen														
8	Inschakelen van Vrijloopstand en Rijstand	5	Vrijloop is ingeschakeld wanneer niet gewenst	Bij parkeren (voertuig uitgeschakeld)	helling	Voertuig botst met andere weggebruikers of objecten.	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	3	op hellingen	2	Bestuurder kan het voertuig tot stilstand brengen door de rem te bedienen of het voertuig tegen te houden.	A	SG6	Als de bestuurder niet aanwezig is moet een stilstaand voertuig in de parkeerstand staan.
9		6	parkeerrem wordt actief als niet bedoeld resulterend in een onbedoelde remactie tijdens rijden	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	1	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	B	SG4	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.
	Sturen														
10	Sturen	7	Voertuig verandert van richting door externe oorzaken	Rijden over oneffen wegdek / obstakels	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	3	Rijden over oneffen wegdek / obstakels	3	Geen bestuurder, voertuig komt vanzelf tot stilstand vanwege de gebruikte snelheidregeling (setpoint v = 0 km/h)	B	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn
11				Rijden over oneffen wegdek / obstakels	helling	Bestuurder valt van het voertuig.	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	2	Rijden over oneffen wegdek of obstakels op hellingen	3	Geen bestuurder, Voertuig komt niet tot stilstand vanwege (te steile) helling	B	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn
12		8	Voertuig stuurt niet of minder dan gewenst	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Bestuurder kan het voertuig alleen nog tot stilstand brengen door te remmen	C	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn
	Bedieningsfuncties														
13	Voertuig activeren met contactslot	9	Het voertuig wordt gedeactiveerd wanneer niet bedoeld is	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	3	levensbedreigende verwondingen mogelijk	2	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	3	Niet controleerbaar door de bestuurder,	B	SG4	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.
14	Voertuig activeren met contactslot	10	Het voertuig wordt gedeactiveerd wanneer niet bedoeld is	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Voertuig komt ongecontroleerd tot stilstand	1	licht gewond	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder,	B	SG4	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.

B

HARA Stint voor transporttoepassingen

Situatie analyse & gevaar identificatie															Hazard Classification															Determination of Safety Goal	
Nr	Functie	Gevaarlijke situatie nummer	Gevaar	Rij & operationele situatie		Effect van falen	Hevigheid (Severity)	verantwoording - H (S)	Kans dat situatie zich voordoet (Probability of Exposition)	verantwoording - K(E)	Controleerbaarheid (Controllability)	verantwoording - C	resulting SIL	Safety Goal ID-No	Safety Goal																
Stint voor transporttoepassingen				SCENARIO	WEGCONDITIES		0-3		0-4		0-3		QM .. SIL D																		
Remmen (regeneratief en remhendel)																															
1	Remmen met gashendel en remmen met remhendel	1	Geen remvertraging wanneer vereist	Bestuurder valt van het voertuig / is van het voertuig gevallen	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	1	Licht gewond	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Geen bestuurder, voertuig komt vanzelf tot stilstand vanwege de gebruikte snelheidregeling (setpoint v= 0 km/h)	B	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.																
2				Bestuurder valt van het voertuig / is van het voertuig gevallen	helling	Botsing met andere weggebruikers of objecten	1	Licht gewond	2	Op hellingen	3	Geen bestuurder, Voertuig komt niet tot stilstand vanwege (te steile) helling	QM	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.																
3				tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	2	niet levensbedreigende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	C	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.																
4		2	Minder remvertraging dan verwacht	tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	1	niet levensbedreigende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	B	SG1	Tijdens het rijden moet het voertuig te allen tijde veilig tot stilstand gebracht kunnen worden.																
Snelheid regelen																															
5	Snelheid regelen met gashendel	3	geen acceleratie wanneer gewenst	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	alle wegcondities	Voertuig komt tot stilstand op een onveilige positie in een onveilige situatie .	0	Geen gewonden	2	Op plaatsen die onveilig zijn om stil te staan (kruisingen, overwegen)	1	Bestuurder kan het voertuig achterlaten	QM	SG5	Het moet te allen tijde mogelijk zijn om het voertuig handmatig naar een veilige plek te duwen zonder additionele handelingen.																
6		4	onbedoelde/onverwachte acceleratie	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Voertuig botst met andere weggebruikers of objecten.	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	C	SG2	Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.																
7				Tijdens stilstand (met bestuurder)	alle wegcondities	Voertuig rijdt weg en botst met andere weggebruikers of objecten.	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	3	Bij stilstaan in voetgangergebieden	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	B	SG2	Het moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht accelereert zodat de bestuurder de controle verliest over het voertuig.																
Parkeren en vrij rollen																															
8	Inschakelen van Vrijloopstand en Rijstand	5	Vrijloop is ingeschakeld wanneer niet gewenst	Bij parkeren (voertuig uitgeschakeld)	helling	Voertuig botst met andere weggebruikers of objecten.	0	Geen gewonden	3	op hellingen	3	Bestuurder kan het voertuig tot stilstand brengen door de rem te bedienen of het voertuig tegen te houden.	QM	SG6	Als de bestuurder niet aanwezig is moet een stilstaand voertuig in de parkeerstand staan.																
9		6	parkeerrem wordt actief als niet bedoeld resulterend in een onbedoelde remactie tijdens rijden	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	1	lichte verwondingen	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	B	SG4	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.																
Sturen																															
10	Sturen	7	Voertuig verandert van richting door externe oorzaken	Rijden over oneffen wegdek / obstakels	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	1	lichte verwondingen	3	Rijden over oneffen wegdek / obstakels	3	Geen bestuurder, voertuig komt vanzelf tot stilstand vanwege de gebruikte snelheidregeling (setpoint v= 0 km/h)	A	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn																
11				Rijden over oneffen wegdek / obstakels	helling	Bestuurder valt van het voertuig.	1	lichte verwondingen	2	Rijden over oneffen wegdek of obstakels op hellingen	3	Geen bestuurder, Voertuig komt niet tot stilstand vanwege (te steile) helling	QM	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn																
12		8	Voertuig stuurt niet of minder dan gewenst	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Botsing met andere weggebruikers of objecten	2	niet levensbedrijgende verwondingen mogelijk	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Bestuurder kan het voertuig alleen nog tot stilstand brengen door te remmen	C	SG3	Het voertuig moet te allen tijde bestuurbaar zijn																
Bedieningsfuncties																															
13	Voertuig activeren met contactslot	9	Het voertuig wordt gedeactiveerd wanneer niet bedoeld is	Tijdens rijden in iedere situatie	alle wegcondities	Bestuurder valt van het voertuig.	1	lichte verwondingen	4	In alle rijsituaties op de openbare weg	3	Niet controleerbaar door de bestuurder	B	SG4	Tijdens het rijden moet te allen tijde worden voorkomen dat het voertuig onverwacht zodanig hard remt dat de bestuurder de controle over het voertuig verliest.																