

Veiligheidsbeambte
Rijkswegtunnels

Dienst Limburg
Tunnelbeheerder



Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Incidentevaluatie

Ongeval Roertunnel en Tunnel Swalmen

Ongeval met spookrijder (systeemevaluatie)

Incidentdatum 25 januari 2010

Versie: Definitief 1.0
Uitgifte rapport: 17-9-2010



• Document Historie

Versie	Status	Datum	Aard van de Wijziging	Wijzigingen door
C0.1	Concept	23-7-2010	Initieel concept (T&M-1021879TB/jj)	[Redacted]
C.02	Concept	29-7-2010	Gewijzigd concept	[Redacted]
D.1.0	Definitief	17-9-2010	Definitief (T&M-1025585-NH/jj)	[Redacted]

Autorisatie Document

Opsteller(s)	Verificatie/Toetsing	Akkoord ontvangen
Dhr. [Redacted]	Dhr. ir. [Redacted]	Dhr. ing. [Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Naam tunnelbeheerder	Datum vaststelling	Paraaf
Dhr. ir. J.L.P.M.G. Beguin		

Verzendlijst

Functie	Naam
Tunnelbeheerder Roertunnel en Tunnel Swalmen	Dhr. ir. J.L.P.M.G. Beguin
Gedelegeerd tunnelbeheerder Roertunnel en Tunnel Swalmen	Mevr. [Redacted]
Bureau Veiligheidsbeambte	Dhr. ir. [Redacted]
Coördinator tunnelveiligheid	Mevr. [Redacted]

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Aanleiding.....	7
1.2	Beschrijving van het incident, de meldingen en eerste reacties	7
1.3	Doel van de systeemevaluatie	8
1.4	Scope	8
1.5	Leeswijzer	9
2	Systeemevaluatie	10
2.1	Inleiding.....	10
2.2	SDS	10
2.2.1	Analyse van het systeemgedrag.....	10
2.2.2	Analyse van de systeemeisen	12
2.2.3	Verificatie van de systeemeisen	13
2.2.4	Conclusies en aanbevelingen	13
2.3	DLS-systeem & WMS.....	14
2.3.1	Analyse van het systeemgedrag.....	14
2.3.2	Analyse van de systeemeisen	14
2.3.3	Verificatie van de systeemeisen	14
2.3.4	Conclusies en aanbevelingen	14
2.4	Besturing en Bediening	15
2.4.1	Analyse van het systeemgedrag.....	15
2.4.2	Analyse van de systeemeisen	17
2.4.3	Verificatie van de systeemeisen	19
2.4.4	Conclusies en aanbevelingen	21
2.5	CCTV.....	22
2.5.1	Analyse van het systeemgedrag.....	22
2.5.2	Analyse van de systeemeisen	22
2.5.3	Verificatie van de systeemeisen	23
2.5.4	Conclusies en aanbevelingen	23
2.6	MTM	23
2.6.1	Analyse van de systeemeisen	24
2.6.2	Verificatie van de systeemeisen	24
2.6.3	Conclusies en aanbevelingen	24
3	Aanvullende analyse van de systeemlogfiles	25
3.1	Informatiehoeveelheid	25
3.2	Informatieconsistentie	26
3.2.1	Logfile headers	26
3.2.2	CSV.....	27
3.3	Handmatige handelingen	27
3.4	Systeemfouten	28
3.4.1	“ACOF”-meldingen.....	28
3.4.2	“VB Error”	28
3.4.3	Expression error.....	28
3.4.4	CamError.....	28
3.4.5	Netwerkproblemen.....	28
3.4.6	Luminantie	29
3.4.7	Free disk space.....	29
3.4.8	HW Error	29
3.4.9	Verkeersprocedure	29
3.4.10	Conclusie en aanbevelingen.....	29
4	Conclusies en aanbevelingen	30
4.1	Aanbevelingen per systeem.....	30

Ongeval Systeemevaluatie
Datum A73 Spookrijder
 17-9-2010
Status Definitief 1.0



4.2	Aanbevelingen voor de korte en lange termijn.....	32
5	Gebruikte bronnen	33
6	Gebruikte afkortingen	34
7	Bijlage A: Spookrijdermeldingen op 25/1/10	35
8	Bijlage B: SDS-camera's.....	37



Managementsamenvatting

Aanleiding evaluatie

Op 25 januari 2010 vonden er in en rond de Roertunnel en de Tunnel Swalmen diverse incidenten plaats. Deze werden veroorzaakt door een spookrijder die spookrijdend vanaf aansluiting Maasbracht door zowel de Roertunnel als de Tunnel Swalmen reed en daarbij drie aanrijdingen veroorzaakte. Dit spookrijderincident is aanleiding geweest om de systemen en de werking ervan in beide tunnels te evalueren. In deze systeemevaluatie is het systeemgedrag geverifieerd aan de eisen.

Scope en opbouw van de systeemevaluatie

Het systeemgedrag is vastgesteld aan de hand van:

1. Een workshop met de tunneloperators d.d 2-3-2010;
2. Een bezoek aan het dienstgebouw d.d. 8-6-2010;
3. Een analyse van de PGIM-systeemlogfiles over de periode december 2009 t/m februari 2010.

Deze evaluatie is uitgevoerd als een bureaustudie en beperkt zich tot die (tunneltechnische en verkeerstechnische) systemen die direct of indirect betrokken waren bij de detectie en afhandeling van het incident en waarvan het gedrag op enige wijze verifieerbaar is door analyse van systeemlogfiles Dit zijn het SDS (SnelheidsDiscriminatieSysteem, op basis van automatische verwerking van videobeelden), CCTV-systeem (Closed Circuit Television) en de systemen die actief worden na het indrukken van de calamiteitenknop.

Na de analyse van het systeemgedrag is gekeken naar relevante eisen uit de 'Vraagspecificatie' en het 'Specifiek Programma van Eisen' van de tunnels. Vervolgens is het systeemgedrag beoordeeld aan de hand van de gevonden eisen. Niet elk systeemgedrag is te beoordelen aan de hand van een harde eis. In een dergelijk geval wordt volstaan met een aanbeveling op basis van ervaring en 'common sense'.

Het incident in de systeemtechnische context

De calamiteitenknop van de linkerbuis van de Roertunnel werd op 25-01-2010 om 18:10 uur geactiveerd, dus hiervan (en van de verdere reacties hierop) is informatie in de systeemlogfiles terug te vinden.

Aangezien de tunnel met restpunten is opengegaan, waren er ten tijde van het incident al meerdere beheersmaatregelen actief: 24/7 een lokale bediening van beide tunnels, een rondrijdende tunnelinspecteur die mogelijk falen van systemen/installaties kon signaleren en een "crash-team" voor ondersteuning, bestaande uit een medewerker tunnelbeheer (voor de procedures), een inbedrijfsteller vanuit de aannemer (voor de systeemtechnische kant) en tijdens de spits een ervaren verkeerskundige. Aanvullend daarop was er ook een escalatielaag ingesteld, om bij problemen snel op te kunnen schalen.

Conclusies

Op basis van deze systeemevaluatie worden de volgende, belangrijkste conclusies getrokken:

- Het Integraal Functioneel Ontwerp van de beide tunnels is niet gemaakt. Hierdoor is onduidelijk hoe de diverse deelinstallaties met elkaar samen zouden moeten werken. De eisen per deelinstallatie zijn in de meeste gevallen duidelijk, maar hoe de interactie tussen de deelinstallaties moet zijn is onvolledig en onduidelijk beschreven, met als gevolg: onduidelijk systeemgedrag van de tunnel als geheel.
- In de Besturing zitten nog veel systeemfoutmeldingen die zorgen baren. Dit soort systeemfoutmeldingen duidt op een systeem dat nog volop in ontwikkeling is en zou niet voor moeten komen in een operationeel systeem. De betrouwbaarheid van de Besturing (en

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



daarmee vele andere systemen) is hierdoor twijfelachtig. De kans dat bijvoorbeeld een brandblusinstallatie tijdens een brand niet naar behoren functioneert, lijkt reëel aanwezig te zijn.

- Het SDS heeft niet naar behoren gefunctioneerd. Het geeft meer valse meldingen dan volgens de specificatie is toegestaan. Hierdoor is het vertrouwen in dit systeem gedaald en bestaat de kans dat de TOP (Tunnel OPERator) een terechte spookrijdermelding aanziet voor een valse melding.
- Het DLS (Druk Lucht Schuim)-systeem geeft geen statusmeldingen door aan de operator. Dit is niet conform de vraagspecificatie. Dit heeft weliswaar geen invloed gehad op de afhandeling van het incident, maar hierdoor heeft dit systeem onnodig lang schuim geloosd op het riool, wat een verspilling van geld en schade aan het milieu heeft betekend.
- Het CCTV-systeem heeft niet volgens de specificaties gefunctioneerd. De camera's worden snel vuil waardoor vooral problemen ontstaan met schouwen tegen de rijrichting in, wat men bij een spookrijdermelding doet.

Aanbevelingen voor de korte en lange termijn

Aanbevelingen voor de korte termijn:

- Zorg dat de systemen Bediening & Besturing, SDS, DLS-systeem en CCTV aan de eisen uit het 'Specifiek Programma van Eisen' voldoen.
- Onderzoek de oorzaak van de systeemfoutmeldingen.
- Bepaal maatregelen aan de hand van de uitkomst van het onderzoek.

Aanbevelingen voor de langere termijn:

- Maak alsnog een functioneel ontwerp (van de tunnels als geheel).
 - Voer een kwantitatieve risicoanalyse van de systemen in beide tunnels uit.
 - Ontwerp de bediening vanuit de gebruiker, niet vanuit de techniek.
 - Minimaliseer meldingen voor de Tunneloperator door meldingen die van belang zijn voor bediening en besturing te scheiden van meldingen die enkel van belang zijn voor het beheer.
- Bouw een tunnelsimulatieomgeving waarin de tunnelsoftware grondig getest kan worden.
 - Hier kan tevens een acceptatietest (de integrated factory acceptance test: iFAT) gedaan worden.
- Herimplementeer waar nodig deelinstallaties.
- Voer verificaties en validaties uit.
- Pas gedurende de gehele life cycle een kwaliteitsmanagementsysteem toe.
- Train TOPs regelmatig in de simulatieomgeving.

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



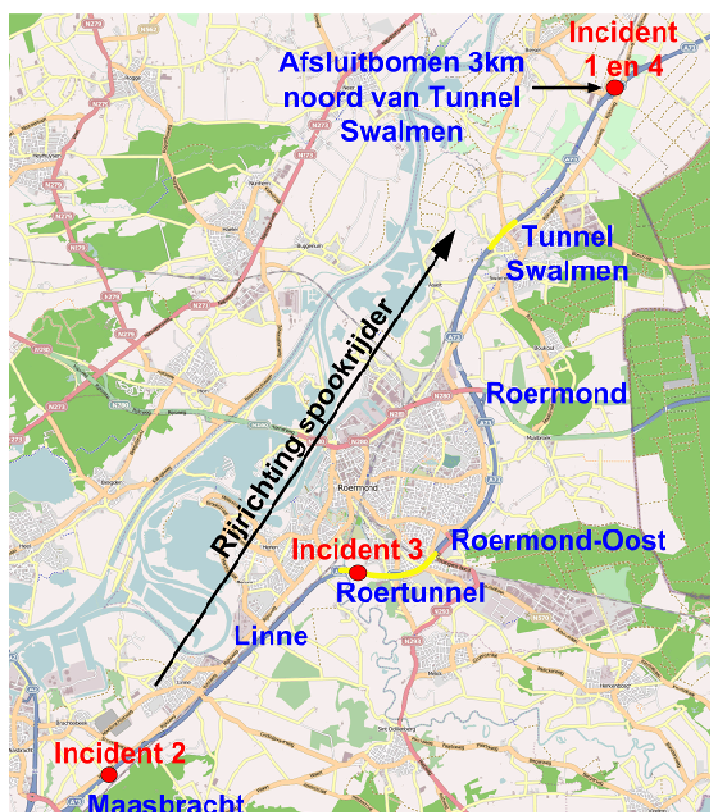
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 25 januari 2010 vonden er diverse incidenten plaats in en rond de Roertunnel en de Tunnel Swalmen. Aangezien deze incidenten als geheel (de spookrit met de daaraan gerelateerde incidenten) een significant incident vormden, is besloten om dit incident te evalueren

1.2 Beschrijving van het incident, de meldingen en eerste reacties

De incidenten op 25 januari 2010 werden veroorzaakt door een spookrijder, die spookrijdend vanaf aansluiting Maasbracht door zowel de Roertunnel als de Tunnel Swalmen reed en daarbij drie aanrijdingen veroorzaakte. De gang van zaken laat zich schetsen aan de hand van onderstaande figuur. Bij de Tunnel Swalmen hebben rondom het tijdstip van de incidenten twee hoogtedetecties plaatsgevonden. Eén om 17:13 uur en één om 18:09 uur. Bij de tweede hoogtedetectie zijn de afsluitbomen 3 kilometer ten noorden van de Tunnel Swalmen gesloten. Het eerste door de spookrijder veroorzaakte incident vond plaats in de buurt van knooppunt Het Vonderen. Vervolgens was er in de Roertunnel een uitwijkende personenauto die een flankaanrijding had met een vrachtwagen; beide zijn buiten de tunnel gestopt. Ten slotte was er de aanrijding bij het hoogtedetectiepunt 3 kilometer ten noorden van de Tunnel Swalmen waar de spookrijder door de afsluitbomen reed en tegen een auto op de linkerrijstrook botste. Uiteindelijk was er één lichtgewonde.



- Incident 1: hoogtedetecties om 17.13 uur en om 18.09 uur van een te hoog voertuig 3 kilometer voor Tunnel Swalmen op hoofdrijbaan links. Bij de hoogtedetectie van 18:09 uur is het verkeer definitief stil gezet.
- Incident 2: aanrijding ten zuiden van Roertunnel op hoofdrijbaan links in de buurt van knooppunt Het Vonderen.
- Incident 3: aanrijding tussen personenauto die uitweek voor de spookrijder en een vrachtauto in Roertunnel op hoofdrijbaan links.
- Incident 4: aanrijding door de spookrijder van de afsluitbomen 3 kilometer voor Tunnel Swalmen en een van de voertuigen die daarvoor stonden te wachten.

Figuur 1: Overzicht locaties incidenten

Na de spookrijdermeldingen van het SDS en een telefoontje van de Verkeerscentrale Zuid-Nederland met een melding over een spookrijder heeft de tunneloperator (TOP) van de

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



Roertunnel om 18:10 uur de calamiteitenknop voor de linkerbuis van de Roertunnel ingedrukt. De spookrijder was op dat moment de tunnel echter al gepasseerd.

In deze rapportage wordt de bij Figuur 1 genoemde nummering aangehouden.

Datum incident : 25-01-2010
Aanvang : 18:06 uur
Einde : 21:08 uur
Locatie : Incident 1: hoofdrijbaan links 27.7
Incident 2: A73 rond hectometer 6.0, hoofdrijbaan links
Incident 3: A73 in Roertunnel linkertunnelbuis
Incident 4: hoofdrijbaan links 27,7

De locatie van een incident wordt vastgesteld met behulp van de Beschrijvende Plaatsaanduiding Systematiek (BPS).

1.3 Doel van de systeemevaluatie

De systeemevaluatie heeft de volgende doelen:

- Vaststellen hoe de betrokken systemen tijdens het incident hebben gefunctioneerd.
- Verificatie of het systeemgedrag volgens specificatie is.
- Bepalen of het systeem in voldoende mate ondersteuning biedt voor de betreffende gebruikers.
- Conclusies trekken en aanbevelingen doen m.b.t. het functioneren van de systemen.

1.4 Scope

Deze evaluatie is beperkt tot die systemen die direct of indirect betrokken waren bij het incident. Dit zijn het SDS (SnelheidsDiscriminatieSysteem), CCTV (Closed Circuit TV) en de systemen die actief worden na het indrukken van de calamiteitenknop.

Hier volgt een opsomming:

- Besturing en Bediening: het hart van de TTI (tunneltechnische installaties) en VTTI (verkeerstechnische tunnelinstallaties).
- SDS: Waarschuwt voor spookrijders, langzaam verkeer en voetgangers.
- DLS-systeem: Brandblusinstallatie op basis van blusschuim.
- CCTV: Systeem van meerdere camera's om het verkeer visueel te monitoren.
- MTM (Motorway Traffic Management): Bestuurt de signalering boven de rijbaan. Waarschuwt automatisch voor files en stelt de TOP in staat om rijbanen af te kruisen.
- Verlichting (voor vluchtdeur, tunnel, evacuatie etc.).
- Pompinstallaties.
- Ventilatiesystemen.
- Overdrukinstallaties.
- Waarschuwingsinstallaties.
- Verkeersinstallaties.
- Brandblusinstallaties (anders dan DLS-systeem).

Deze systemen worden in de volgende hoofdstukken besproken.

Als input is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- PGIM-systeemlogfiles van de Besturing van de maanden december 2009 t/m februari 2010.
- A73 Extractie vraagspecificatie 24-03-2010.
- Specifiek Programma van Eisen Roertunnel, versie 4.0, 4 januari 2005.
- Specifiek Programma van Eisen Tunnel Swalmen, versie 4.0, 4 januari 2005.
- Workshop/evaluatiegesprekken met TOP 2-3-2010.

Ongeval Systeemevaluatie
Datum A73 Spookrijder
Status 17-9-2010
 Definitief 1.0



- Bezoek door een systeemdeskundige van Grontmij aan dienstgebouw om CCTV- en SDS-videobeelden te bekijken d.d. 8-6-2010.

De aangeleverde PGIM-systeemlogfiles bevatten informatie over de systemen in beide tunnels, behalve die van MTM omdat dit systeem los staat van de Besturing. Mogelijk zijn er nog meer logfiles aanwezig, echter voor deze analyse zijn uitsluitend de PGIM-systeemlogfiles ter beschikking gesteld.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de evaluatie van de afzonderlijke systemen beschreven. Daar waar 'systeem' staat kan ook deelsysteem of deelinstallatie gelezen worden. Systeemeisen worden geïdentificeerd door een enkele letter en een nummer tussen blokhaken. De letter **V** refereert aan een eis uit de Vraagspecificatie, de letter **S** aan een eis uit het SPvE (Specifiek Programma van Eisen). Primair zijn de eisen van de Roertunnel genomen, deze zijn in principe gelijk aan de eisen voor Tunnel Swalmen, de nummering kan echter verschillen.

In hoofdstuk 3 volgt een uitgebreide analyse van de systeemlogfiles zelf. Ten slotte worden in hoofdstuk 4 conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.



2 Systeemevaluatie

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de evaluatie per systeem beschreven. Ieder systeem is in drie stappen geëvalueerd, gevolgd door conclusies en aanbevelingen.

1. **Analyse van het systeemgedrag**

Hier is het gedrag van het systeem geanalyseerd. Input voor deze stap waren gegevens verzameld tijdens de workshop met de tunneloperator, een bezoek aan het dienstgebouw en de analyse van de systeemlogfiles.

2. **Analyse van de systeemeisen**

In deze analyse zijn de relevante eisen van het systeem bepaald. Relevante eisen zijn eisen die betrekking hebben op het gedrag dat bepaald is in stap 1. Input voor deze stap komt uit het SPvE en de Vraagspecificatie.

3. **Verificatie van de systeemeisen**

Hier zijn de uitkomsten van de vorige twee stappen met elkaar vergeleken en is vastgesteld in hoeverre het systeem aan de eisen voldaan heeft.

4. **Conclusies en aanbevelingen**

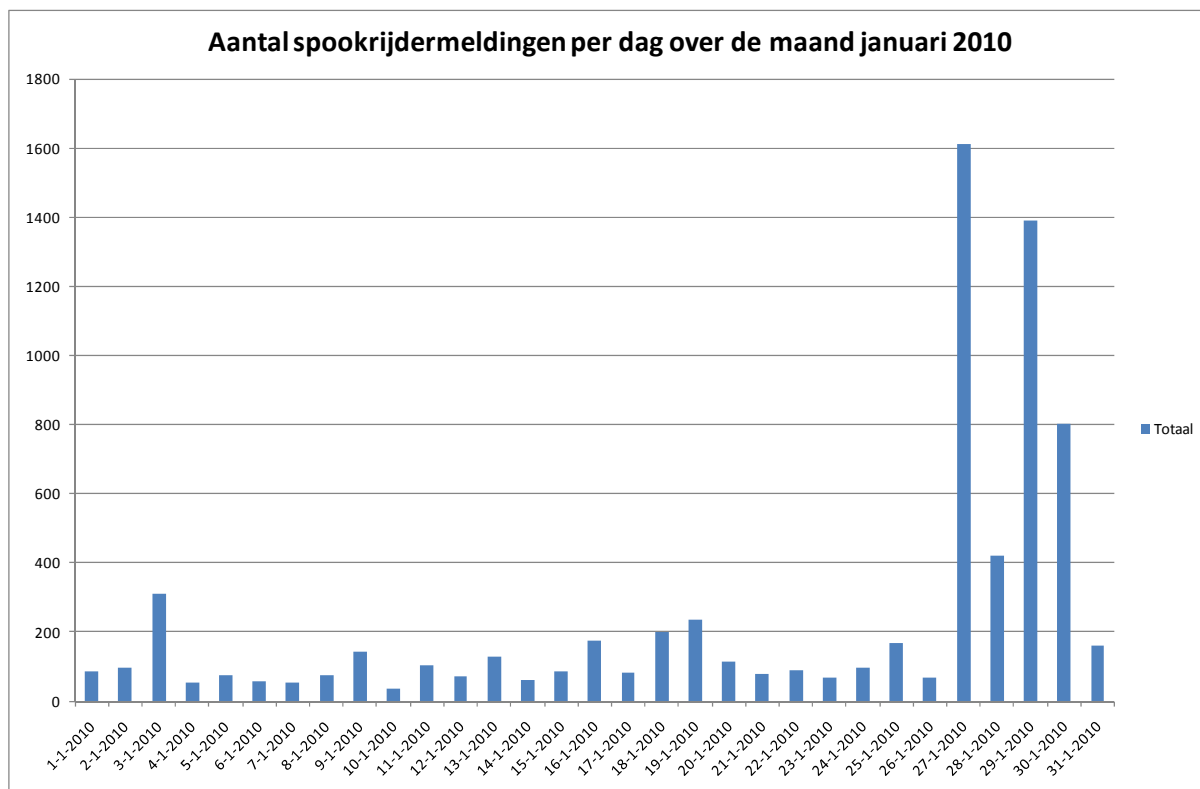
Op basis van de vorige bevindingen zijn er conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2.2 SDS

2.2.1 *Analyse van het systeemgedrag*

Het SDS is in staat om automatisch, door middel van optische herkenning, diverse afwijkende situaties op de rijbaan te herkennen. Bij een dergelijk systeem bestaat altijd de kans dat de meldingen niet correct zijn. We onderscheiden daarbij 'misses' en 'false alarms'. Een 'miss' betekent dat de gebeurtenis niet herkend en gemeld is. Een 'false alarm' wil zeggen dat er onterecht een afwijkende situatie is herkend en dus ook onterecht een alarm is doorgegeven aan de tunneloperator.

Analyse van de systeemlogfiles laat zien dat op de meeste dagen er rond de 100 spookrijdermeldingen zijn, met uitschieters naar dagen met veel meer meldingen (zie Figuur 2). Aangezien er slechts één keer echt een spookrijder is geweest, zijn bijna alle meldingen als 'false alarms' te kwalificeren (op 64 meldingen op 25-1-2010 na). De tunneloperators gaven dit ook aan tijdens de workshop. Volgens hen waren er ten tijde van het incident per dag vele zogenaamde 'false alarms' m.b.t. spookrijders die vanuit het SDS-systeem gerapporteerd werden. Volgens hen ging het ook om +/- 100 per dag.



Figuur 2: Aantal spookrijdermeldingen per dag

Wat opvalt aan de grafiek is een aanzienlijke stijging aan het einde van de maand, met een uitschieter naar 1600 meldingen per dag. De oorzaak hiervan is onbekend.

Wanneer op de dag van het incident (25 januari 2010) alleen naar de spookrijdermeldingen in de systeemlogfiles gekeken wordt, dan is te zien dat er om 18:06 uur een serie van spookrijdermeldingen heeft plaatsgevonden, zie bijlage A. Een aantal kanttekeningen kan bij deze constatering geplaatst worden.

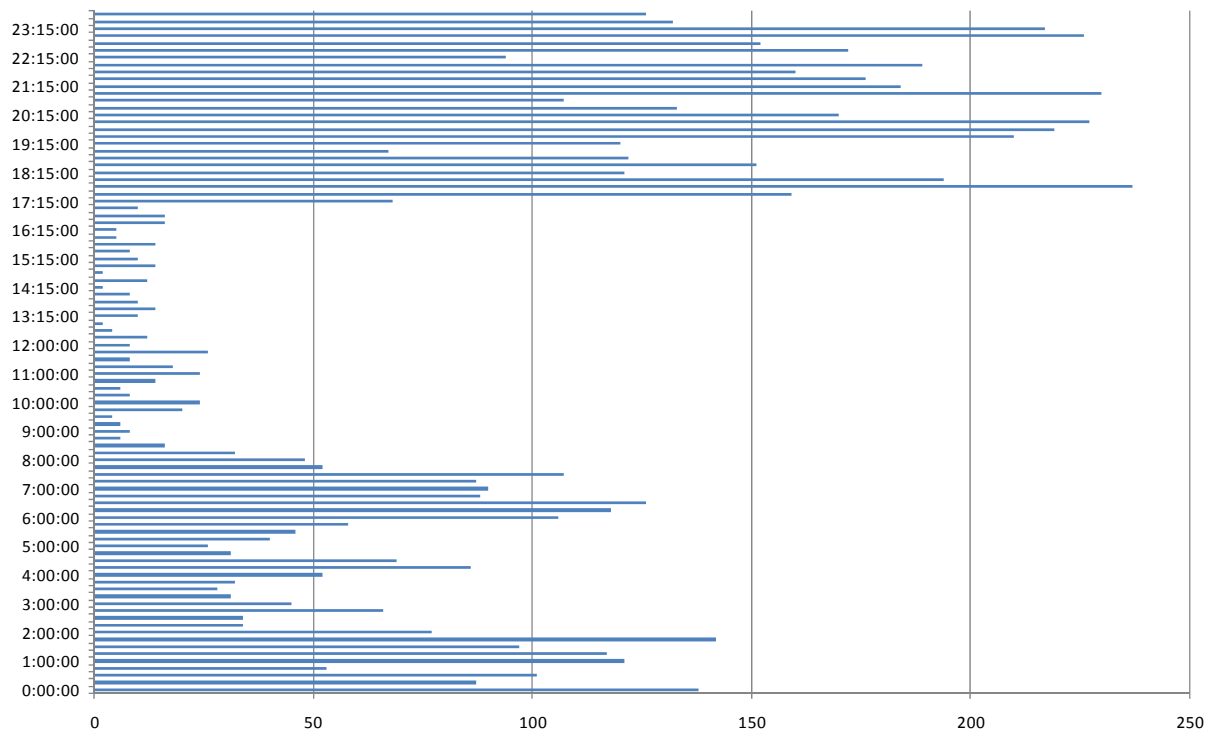
- De spookrijder is op zowel rijstrook 1 als rijstrook 2 door het systeem gedetecteerd. Na analyse van de SDS-videobeelden is gebleken dat de spookrijder alleen op rijstrook 1 heeft gereden. De meldingen van rijstrook 2 zijn dus niet terecht.
- Zowel voor als na 18:06 uur hebben spookrijdermeldingen plaatsgevonden.
- Het totaal aantal spookrijdermeldingen die dag was 168, waarvan 64 echte.
- De tunneloperator gaf in de workshop aan getriggerd te zijn door een reeks van meldingen. Analyse van de systeemlogfiles bevestigt dat er een reeks meldingen geweest is.

Uit analyse van de SDS-videobeelden is gebleken dat er geen rechtstreeks verband bestaat tussen de identificatie van de camera's zoals deze is te zien op de SDS-videobeelden en de identificatie zoals deze is vastgelegd in de systeemlogfiles. Op de SDS-videobeelden is de spookrijder als eerste te zien op camera's SDS 141 RoLi, SDS 140 RoLi en SDS 139 RoLi. Zoals gezegd zijn deze aanduidingen niet terug te vinden op de verwachte plaats in de systeemlogfiles. Experts van Rijkswaterstaat geven aan dat de relatie tussen beelden en systeemlog er wel is, maar dat deze niet opgeslagen wordt in de beelddata en dus niet zichtbaar is in de geëxporteerde beelddata die achteraf zijn bekeken.

Gezien het hoge aantal 'false alarms' is het interessant om te onderzoeken op welke momenten van de dag zich de meeste spookrijdermeldingen voordoen. Hiertoe zijn de spookrijdermeldingen per kwartier gegroepeerd en opgeteld. Het resultaat is weergegeven in Figuur 3.



Verdeling spookrijdermeldingen over de dag (totaal aantal meldingen januari 2010)



Figuur 3 Verdeling spookrijdermeldingen over de dag in januari (totaal aantal meldingen)

Het valt op dat de meeste 'false alarms' zich voordoen tijdens duisternis. De oorzaak hiervan is onbekend.

Tijdens de analyse van de SDS-videobeelden is geconstateerd dat bij nacht de beelden buiten de tunnels van slechte kwaliteit zijn. Vaak is niet meer dan een paar witte vlekken te zien. De voorziening om SDS-camerabeelden in de CLB (Centrale Locale Bediening) te tonen was ten tijde van het incident nog niet gerealiseerd. De tunneloperator heeft toen alleen gebruik kunnen maken van de CCTV-beelden. Tevens is geconstateerd dat de SDS-video-opnames geen tijdcodes bevatten.

2.2.2 Analyse van de systeemeisen

[S-1119] Het systeem moet per sectie en per rijstrook/vluchtstrook de volgende detecties kunnen uitvoeren en direct melden aan de CLB:

- stilstand.
- afgevalen lading.
- snelheidsonderschrijding.
- voetganger.
- spookrijder.

[S-1155] Betrouwbaarheid: de werking van het systeem mag zowel bij normaal verkeer als blokverkeer niet verstoord worden door:

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



- weersomstandigheden (temperatuur, ijzel, sneeuw, regen, wind etc.).
- voertuigverlichting en signaalgevers.
- normale omgevingsveranderingen.

[S-1156] Betrouwbaarheid: acceptabel aantal valse meldingen, exclusief valse meldingen als gevolg van extreme weersomstandigheden als genoemd in eis [1155.]:

- in de tunnel: maximaal 1 per detector per 40 dagen.
- buiten de tunnel: maximaal 1 per detector per 8 dagen.

2.2.3 Verificatie van de systeemeisen

[S-1119]

De enige gebeurtenis waarvan met zekerheid is vast te stellen dat deze heeft plaatsgevonden is de spookrijder. Hiervan is bekend dat deze op 25 januari om omstreeks 18:06 uur spookrijdend door beide tunnels is gereden. Alle spookrijdermeldingen buiten dit tijdstip (en andere dagen) zijn dus 'false alarms'. In de systeemlogfiles is een snel opeenvolgende reeks van spookrijdermeldingen te vinden. Zonder een uitspraak te doen over de betrouwbaarheid van SDS kan gesteld worden dat het systeem de spookrijder gedetecteerd heeft en daarmee (gedeeltelijk) bewezen heeft te voldoen aan de sub-eis dat het systeem spookrijders moet kunnen detecteren.

[S-1155]

De weersomstandigheden gedurende het incident waren niet bijzonder. Het systeem heeft echter niet betrouwbaar gefunctioneerd (zie **[S-1156]**), dus kan gesteld worden dat aan deze eis niet is voldaan.

[S-1156]

Er gelden binnen de tunnel andere eisen dan buiten de tunnel. Wanneer we de minst strenge eis nemen van maximaal 1 valse melding per detector per 8 dagen vermenigvuldigd met het totaal aantal detectoren (132 stuks volgens de logfiles) dan komen we op een maximumaantal 'false alarms' van 132 per 8 dagen over alle detectoren tezamen. Dit komt overeen met 16,5 melding gemiddeld per dag. In de analyse is naar voren gekomen dat er per dag ongeveer 100 spookrijdermeldingen zijn. Hieruit blijkt dat er in ieder geval detectoren zijn die meer dan 1 maal per 8 dagen een 'false alarm' geven.

Daarnaast zijn er ook nog andere detecties (stilstand, langzaam voertuig en file) die mogelijk niet (allemaal) correct zijn. Ook is het aantal van 100 valse spookrijdermeldingen een gemiddelde, er zijn dagen met uitschieters naar 1.600 spookrijdermeldingen (dat is er meer dan één per minuut). Kortom, er wordt niet aan de eis voldaan.

2.2.4 Conclusies en aanbevelingen

Het SDS voldoet niet aan de specificaties. Operators krijgen dusdanig veel 'false alarms' te verwerken dat er sprake is van een onnodig verhoogde taakbelasting en een verminderd vertrouwen in het systeem. Op de meeste dagen is er gemiddeld elk kwartier een spookrijdermelding, met uitschieters naar een dag waarop er gemiddeld elke minuut een spookrijdermelding is geweest. Echte spookrijdermeldingen worden daardoor onterecht voor 'false alarms' aangezien, zoals is gebleken tijdens de workshop met de tunneloperator.

Indien het SDS zich nog in de afregelfase bevindt verdient het aanbeveling om voor de oplevering nogmaals een analyse van de logfiles te doen, gecombineerd met een uitgebreide acceptatietest van het systeem. Wellicht is het mogelijk om een intelligent filter op de detectie toe te passen, waarbij er pas een melding komt als meerdere opeenvolgende camera's de spookrijder detecteren. Dit zal de detectiesnelheid van het systeem verlagen maar de betrouwbaarheid verhogen. Merk op dat niet alleen spookrijderdetectie, maar ook andere situaties die het SDS zou moeten detecteren, getest moeten worden.

Wanneer mocht blijken dat het SDS niet voldoende te verbeteren valt, kunnen andere mogelijkheden overwogen worden. Bijvoorbeeld een detectiesysteem gebaseerd op lussen in het wegdek.

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



Tijdens de analyse van de SDS-videobeelden zijn nog twee zaken opgevallen:

1. ID's in de opgenomen beelden van de camera's kwamen niet overeen met ID's in de systeemlogfiles.
2. SDS-opnames bevatten geen tijdcodes.

De extra aanbevelingen die hieruit volgen zijn:

1. Zorg ervoor dat de ID's van de camera's zoals deze te zien zijn in de opnames overeenkomen met de ID's in de systeemlogfiles.
2. Zorg ervoor dat opgenomen beelden tijdcodes bevatten.

2.3 DLS-systeem & WMS

2.3.1 Analyse van het systeemgedrag

Tijdens het evaluatiegesprek met de tunneloperator kwam naar voren dat het DLS-systeem nog enkele weken na de beëindiging van de calamiteit in bedrijfsparate toestand heeft gestaan. Dit had tot gevolg dat het systeem telkens weer nieuw schuim aan het maken was om het vervolgens na enkele tientallen minuten weer te lozen. Het gevolg was een onnodige belasting van het milieu en verspilling van geld. Er is blijkbaar geen notificatie naar de operator dat het DLS-systeem in bedrijfsparate toestand staat. Ook bij het opheffen van het calamiteitenbedrijf krijgt de operator, naar eigen zeggen, geen melding dat het DLS-systeem nog in bedrijfsparate toestand is en telkens opnieuw schuim blijft verversen. Analyse van de logfiles wijst uit dat er inderdaad geen statusinformatie van het DLS-systeem naar de externe besturing werd gestuurd. Ook van het watermiststelsel (WMS) is geen statusinformatie terug te vinden in de logfiles.

2.3.2 Analyse van de systeemeisen

[V-5063]

De externe besturing moet de wegverkeersleider voor WMS en DLS-systeem ten minste de volgende informatie verstrekken:

- statusinformatie van alle onderdelen en het totaal.
- alle storingen.
- alle signalen.
- alle alarmen.

2.3.3 Verificatie van de systeemeisen

[V-5063]

Wanneer de status van het DLS-systeem van 'beschikbaar' overgaat naar 'niet-beschikbaar' (bij het verversen van het schuim) is dat een statuswijziging die gemeld (en gelogd) had moeten worden. Hetzelfde geldt voor WMS. Deze functionaliteit is in de PGIM-log niet terug te vinden.

2.3.4 Conclusies en aanbevelingen

De status van beide systemen wordt niet gelogd en vermoedelijk ook niet doorgegeven aan de tunneloperator. Dit falen kan meerdere oorzaken hebben. Verder onderzoek is nodig om te kunnen vaststellen in welke deelinstallatie de fout zit. Als het systeem (lees: tunnel) deze functionaliteit wel had gehad, dan was het voor de operator eerder opgevallen dat het DLS-systeem aan was blijven staan na beëindiging van het calamiteitenbedrijf. Tevens is het zo dat wanneer het DLS-systeem schuim aan het verversen is, het niet beschikbaar is om te blussen. Dit is uiterst belangrijke informatie voor de hulpdiensten omdat er op een dergelijk moment tijdelijk niet geblust kan worden met het DLS-systeem.

De aanbeveling luidt dat, na onderzoek, de deelinstallaties dusdanig aangepast worden dat de gewenste signalen doorgegeven (en gelogd) worden. Deze meldingen moeten zowel zichtbaar zijn voor de tunneloperator als op het Brandweer Bedien Paneel (BBP).

In de periode voordat deze aanpassingen zijn uitgevoerd, dienen de tunneloperators geïnstrueerd te worden over de beperkingen van het DLS-systeem.

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



2.4 Besturing en Bediening

2.4.1 Analyse van het systeemgedrag

Het volgende systeemgedrag van B&B (Besturing en Bediening) is geconstateerd:

1. Het doorlopen van schouwcamera's is alleen mogelijk met de muis (bron: tunneloperator).
2. Het ontgrendelen van de deur van het dienstgebouw via de HMI (Human Machine Interface) van de Bediening moet met 9 muisklikken (bron: tunneloperator).
3. Audiosignalen in de CLB zijn voor ieder type alarm/signaal identiek. Een deurbel klinkt op dit moment hetzelfde als een hoogtedetectie Ook per tunnel is er geen onderscheid gemaakt (bron: tunneloperator en bezoek aan CLB).
4. Op 25 januari 2010 is om 18:10 uur de linkerbuis van de Roertunnel in calamiteitenbedrijf genomen door op de desbetreffende calamiteitenknop te drukken. Door deze actie zijn verschillende systemen in actie gekomen (bron: tunneloperator en systeemlogfiles).
5. Op 25 januari 2010 is om 18:18 uur de calamiteitenprocedure gestopt. (bron: tunneloperator en systeemlogfiles).
6. Tijdens beëindiging van het calamiteitenbedrijf is het noodzakelijk om de CaDo's (CaDO=CalamiteitenDoorsteek) eenmaal open en dicht te doen, ondanks dat deze niet geopend zijn geweest. (bron: tunneloperator).

Om het gedrag van de Besturing te bepalen in relatie tot de te besturen systemen is een analyse uitgevoerd van de systeemlogfiles ten tijde van het calamiteitenbedrijf in de Roertunnel (25-01-2010, vanaf 18:10 uur). Dit levert de volgende informatie op.

2.4.1.1 Calamiteitenbedrijf

18:10 Bedrijfstoestand linkerbuis: Calamiteiten
18:11 Calamiteiten: Te lang gewacht met uitvoeren van bediening in procedurestap.
18:12 Calamiteiten: Stap in verkeersprocedure te lang actief.
18:13 Calamiteiten opheffen
18:14 Calamiteiten opheffen: Te lang gewacht met uitvoeren van bediening in procedurestap.
18:14 Calamiteiten suppletie: Open
18:15 Calamiteiten opheffen: Stap in verkeersprocedure te lang actief.
18:16 Calamiteiten suppletie: Close
18:16 Calamiteiten: Operator bediening nodig.
18:18 Bedrijfstoestand linkerbuis: Normaal bedrijf
18:18 Calamiteiten: Stap in verkeersprocedure te lang actief.
18:19 Bedrijfstoestand linkerbuis: Calamiteitenbedrijf
18:37 Calamiteiten opheffen: Stap in verkeersprocedure te lang actief.
18:52 Calamiteiten opheffen: Acknowledge of alarms on object ROE_O_CAL has been requested.

2.4.1.2 Evacuatieverlichting

18:10 Evacuatieverlichting linkerbuis groep 1: On (Idem voor groep 2 t/m 4).
18:19 Evacuatieverlichting linkerbuis groep 1: Off (Idem voor groep 2 t/m 4).

2.4.1.3 Verlichting middenkanaal

18:19 Verlichting VG links: Off

2.4.1.4 Vluchtdeurverlichting

18:10 Vluchtdeur L-01 Linkerbuis: Vluchtrouteverlichting is aan.

2.4.1.5 Brandblusinstallatie tunnel

18:10 Brandbluspomp 1: On
18:10 Brandbluspomp 2: On
18:19 Brandbluspomp 1: Off
18:19 Brandbluspomp 2: Off

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



2.4.1.6 Tunnelventilatie

18:10 Ventilator: On (5x identieke melding).
18:10 Linkertunnel ventilator 07: On1.
18:11 Linkertunnel ventilator 01: On.
18:11 Linkertunnel ventilator 02: On.
18:11 Linkertunnel ventilator 04: On.
18:11 Linkertunnel ventilator 06: On1.
18:12 Linkertunnel ventilator 03: On.
18:12 Linkertunnel ventilator 05: On.

18:12 Rechertunnel ventilator 06: On2.
18:12 Rechertunnel ventilator 07: On2.
18:13 Rechertunnel ventilator 01: On.
18:13 Rechertunnel ventilator 04: On.
18:13 Rechertunnel ventilator 05: On1.
18:14 Rechertunnel ventilator 02: On.

Vanaf 18:19 worden alle bovengenoemde ventilatoren terug naar de stand "Off" geschakeld.

2.4.1.7 Overdrukinstallaties pompkamers

18:10 Overdrukventilator pompkelder zuid: On.
18:19 Overdrukventilator pompkelder zuid: Off.

2.4.1.8 Verkeersinstallaties algemeen

18:10 Bedrijfstoestand linkerbuis: Calamiteiten.
18:10 Verkeerslichten vooraardelijk¹ rood (hoofddrijbaan rechts) – procedure geen vrijgave (*idem voor de statussen geel knipperen, groen en uit*).
18:10 Verkeerslichten vooraardelijk rood (hoofddrijbaan links) – procedure geen vrijgave (*idem voor de statussen geel knipperen, groen en uit*).
18:10 Voorwaarschuwing verkeerslichten hoofddrijbaan – On.
18:10 Verkeerslicht rijstrook 1 links – Geel licht (*idem voor rijstrook 2 en 3*).
18:10 Verkeersportaal verkeerslichten rechts – Terugmelding alles geel.
18:10 Verkeerslicht rijstrook 1 rechts – Geel licht (*idem voor rijstrook 2*).
18:10 Verkeersportaal verkeerslichten rechts – Terugmelding alles geel.
18:10 Verkeerslicht rijstrook 1 links – Rood licht (*idem voor rijstrook 2 en 3*).
18:10 Verkeersportaal verkeerslichten rechts – Terugmelding alles rood.
18:10 Verkeerslicht rijstrook 1 rechts – Rood licht (*idem voor rijstrook 2*).
18:10 Verkeersportaal verkeerslichten rechts – Terugmelding alles rood.
18:17 Openen calamiteitendoorsteek Zuid: Te lang gewacht met uitvoeren van bediening in procedure stap.
18:35 Verkeerslicht rijstrook 1 links – Geel knipperend licht (*idem voor rijstrook 2 en 3*).
18:35 Verkeersportaal verkeerslichten rechts – Terugmelding alles uitschakelen. (*idem voor rechts, gevolgd door status uit en uitschakeling vooraankondiging*).
18:36 (HRL) Verkeerslichten onvoorwaardelijk rood – InteractionPar.Activering False->True. (*gevolgd door voorwaarschuwing en verkeerslichten links in stappen naar rood*).
18:50 Verkeerslichten links worden weer uitgeschakeld.
22:02 CaDo Ingang Roertunnel Noord: CADO is in beweging.
22:02 CaDo Ingang Roertunnel Noord: Eindstand open is bereikt.
22:03 CaDo Ingang Roertunnel Noord: Eindstand dicht is bereikt.

¹ Taalfout in systeemlogfiles

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



2.4.1.9 Waarschuwinginstallatie

18:10 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Zuid: Signaleringsniveau rood intermitterend.
18:10 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Midden: Signaleringsniveau rood intermitterend.
18:10 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Noord: Signaleringsniveau rood intermitterend.
18:19 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Zuid: Signaleringsniveau groen.
18:19 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Midden: Signaleringsniveau groen.
18:19 Waarschuwinginstallatie Dienstgebouw Noord: Signaleringsniveau groen.

2.4.2 Analyse van de systeemeisen

Besturingssysteem (81)²

[S-2354] Door het groepscommando calamiteiten moet het calamiteitenbedrijf worden geactiveerd.

Centrale lokale bediening (89)

[S-2556] Door het bedienen van de calamiteitenknop moet het groepscommando calamiteiten worden geactiveerd (calamiteitenbedrijf).

De volgende eisen (en dus systemen) hebben een relatie met het groepscommando: calamiteiten. Deze eisen zijn in het SPvE ondergebracht bij de systemen die door de besturing aangestuurd worden.

Tunnelverlichting (21)

[S-285] Na een groepscommando calamiteiten moet in de betreffende buis alle verlichting automatisch en zonder wachttijd naar de hoogste stand geregeld/geschakeld worden. In de nachtsituatie behoeft alleen de doorgaande basisverlichting naar maximaal niveau geregeld/geschakeld worden.

Verlichting middenkanaal (22)

[S-346] Na het openen van een vluchtdeur of na bediening van een calamiteitendrukknop bij de CLB moeten automatisch alle armaturen van de vluchtwegverlichting ingeschakeld worden

[S-362] Na het opheffen van het calamiteitenbedrijf moet de vluchtgangverlichting na vrijgave door de operator weer naar laag niveau schakelen.

Vluchtdeurverlichting (25)

[S-465] De groene LED-verlichting is in normaal bedrijf uitgeschakeld. Bij calamiteitenbedrijf moet de groene LED-verlichting in de betreffende tunnelbuis ingeschakeld worden als er een vluchtinstructie vanaf de CLB wordt gegeven.

Verkeersgeleide- en evacuatieverlichting (26)

[S-528] De evacuatieverlichting is in normaal bedrijf uitgeschakeld. Bij calamiteitenbedrijf moet de evacuatieverlichting in de betreffende tunnelbuis ingeschakeld worden als er een vluchtinstructie vanaf de CLB wordt gegeven.

[S-538] Het instellen van de signaleringen moet automatisch geschieden door het besturingssysteem op basis van de beschikbare informatie afkomstig van:

- de wegverkeersleiding (vluchtinstructie).
- het groepscommando calamiteit.

Pompinstallatie hoofdpompkelders (31)

[S-583] Tijdens calamiteitenbedrijf moet het normale bedrijf van de installaties geblokkeerd worden en moeten eveneens de pompen worden uitgeschakeld.

² Het nummer van het systeem volgens de SATO indeling (Specifieke Aspecten Tunnel Ontwerp).



Pompinstallatie middenpomp-kelder (32)

[S-667] Tijdens calamiteitenbedrijf moet het normale bedrijf van de installatie geblokkeerd worden en moeten eveneens de pompen worden uitgeschakeld.

Tunnelventilatie (36)

[S-741] In calamiteitenbedrijf moet de ventilatiecapaciteit in de betreffende tunnelbuis gestaffeld naar de maximale capaciteit schakelen in de normale rijrichting.

[S-742] Bij een calamiteit in één van de tunnelbuizen moeten de omkeerbare ventilatoren in de andere tunnelbuis automatisch gestaffeld inschakelen in dezelfde richting als de ventilatoren van de calamiteitsbuis ter voorkoming van recirculatie van rook en gassen via het uitgangsportaal van de tunnelbuizen. Indien de ventilatierichting in de tunnelbuis met calamiteit handmatig wordt omgedraaid, moet de ventilatierichting in de naastliggende tunnelbuis automatisch ook omdraaien.

[S-753] Na opheffen van calamiteitenbedrijf moet de ventilatie automatisch geschakeld worden naar normaal bedrijf zoals vóór het calamiteitenbedrijf gold.

Overdrukinstallaties pompkamers (38)

[S-832] In calamiteitenbedrijf moet automatisch de overdrukinstallatie van de pompkamer inschakelen.

Overdrukinstallatie vluchtgang (39)

[S-863] In calamiteitenbedrijf moet automatisch de overdrukinstallatie van de vluchtgang inschakelen.

Verkeersinstallaties algemeen (40)

[S-901] Alle CaDo's moeten automatisch via het besturingssysteem geopend worden als:

- door een wegverkeersleider via de CLB het groepscommando "calamiteiten" is gegeven.
- de afsluitbomen van de hoofdrijbanen uit de "op"-stand zijn (softwarematig). Deze vergrendeling moet via de CLB overbrugbaar zijn. De CaDo's worden niet automatisch via het besturingssystemen gesloten na een calamiteit, het sluiten van elke CaDo dient uitgevoerd te worden door een wegverkeersleider via de CLB.

[S-905] Na een groepscommando "calamiteiten" moeten beide tunnelbuizen voor het verkeer worden afgesloten door middel van het automatisch door het besturingssysteem uitvoeren van de procedure "verkeerslichten onvoorwaardelijk rood hoofdrijbaan" voor zowel de zuidzijde/oostbuis als noordzijde/ westbuis

Brandblusinstallatie tunnel (51)

[S-1506] Inschakelen van de brandblusinstallatie geschiedt door:

- uitkomen van de brandslanghaspel (of uitnemen spuitmond) in een hulppost.
- drukknopbediening in een hulppost.
- inschakeling calamiteitenbedrijf.
- bediening op de lokale besturingskast (d.m.v. testdrukknop).
- bediening vanaf de CLB.
- automatische inschakeling t.g.v. testprocedure.
- bediening op de hoofdverdeelinrichting.

[S-1507] Uitschakelen van de brandblusinstallatie geschiedt door:

- bediening op de lokale besturingskast en hoofdverdeelinrichting.
- einde testprocedure.

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



N.B: beide bovenstaande uitschakelcommando's zijn niet mogelijk indien de brandblusinstallatie ingeschakeld is:

- vanaf de CLB, hulppost of door inschakeling calamiteiten bedrijf.
- bediening via het besturingssysteem op centraal lokale - en centrale bediening en bewaking.
- bereiken van "leeg bluswaterreservoir" in combinatie met "voorwaarschuwing reservoir leeg".

Waarschuwinginstallatie (78)

[S-2327] Er worden drie signaleringsniveaus onderscheiden:

- GROEN
Normaal.
- ROOD
Incident in dienstengebouw.
- ROOD INTERMITTEREND met akoestisch signaal (T-3)
Groepscommando "calamiteiten".

Centrale deurvergrendelingsinstallatie (91)

[S-2601] Bij het bedienen van een "calamiteitendruknop" moeten de vluchtdeuren in de kopse kant Zuidzijde van de vluchtgang naar de betreffende rookzone elektromechanisch worden vergrendeld.

Opmerking: In het SPvE ontbreekt bij de meeste systemen die door calamiteitenbedrijf zijn ingeschakeld een eis wanneer het systeem weer uitgeschakeld zou moeten worden. Dit is een hiaat in het SPvE.

2.4.3 Verificatie van de systeemeisen

[S-2354]

In paragraaf 2.4.1.1 is te zien dat op 25 januari 2010 om 18:10 uur de linkerbuis van de Roertunnel in calamiteitenbedrijf is genomen. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd. Wat verder opvalt in deze paragraaf zijn de meldingen zoals: "Stap in verkeersprocedure te lang actief" en "Calamiteiten suppletie". Wat deze betekenen is onbekend. Wat ook opvalt, is het feit dat de melding om 18:19 uur ("Bedrijfstoestand linkerbuis: calamiteitenbedrijf") niet correct is. Hier had moeten staan dat de bedrijfstoestand naar normaal is gegaan.

[S-2556]

De operator verklaart dat de calamiteitenknop om 18:10 uur is ingedrukt. Deze actie is gelogd in de systeemlogfiles (zie vorige eis). Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd.

[S-285]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of de tunnelverlichting naar de hoogste stand is geschakeld.

[S-346]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of vluchtgangverlichting na het indrukken van de calamiteitenknop wordt ingeschakeld.

[S-362]

In paragraaf 2.4.1.3 staat dat om 18:19 uur de vluchtgangverlichting wordt uitgeschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd.

[S-465]

In paragraaf 2.4.1.4 staat dat om 18:10 uur de vluchtdeurverlichting wordt ingeschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd.



[S-528]

In paragraaf 2.4.1.2 staat dat de evacuatieverlichting van de linkerbuis om 18:10 wordt ingeschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd.

[S-538]

Het instellen van de signaleringen gaat buiten de Besturing om en wordt niet gelogd in de systeemlogfiles.

[S-583]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of de pompen worden uitgeschakeld.

[S-667]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of de pompen worden uitgeschakeld.

[S-741]

In paragraaf 2.4.1.6 staat dat de ventilatoren in de linkertunnel in worden geschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd, met de volgende aanmerkingen:

- De ventilatierichting is niet aangegeven in de logfiles.
- Onduidelijk is wat het verschil is tussen gewoon "On" en "On1".
- Onduidelijk is de aanduiding: "Ventilator". Welke is dat?

[S-742]

In paragraaf 2.4.1.6 staat dat de ventilatoren in de rechtertunnel in worden geschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd, met de volgende aanmerkingen:

- De ventilatierichting is niet aangegeven in de logfiles.
- Onduidelijk is wat het verschil is tussen gewoon "On", "On1" en "On2".
- Rechtertunnel ventilator 03 ontbreekt.

[S-753]

In paragraaf 2.4.1.6 staat dat de ventilatoren na het opheffen van het calamiteitenbedrijf naar "Off" worden geschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd. Merk op dat deze functionaliteit niet volledig is geverifieerd. Voor een volledige verificatie moet aangetoond worden dat ze na het calamiteitenbedrijf terug gaan naar het bedrijf zoals dat voor het calamiteitenbedrijf gold. Dit kan dus ook "aan" zijn.

[S-832]

In paragraaf 2.4.1.7 staat dat de overdrukinstallatie van de pompkelder zuid om 18:10 uur is ingeschakeld. Hiermee is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd, met de volgende opmerking: de melding is onduidelijk. Hier had een generieke melding moeten staan voor alle drie de pompkelders of toevoeging van de midden- en noord-pompkelder.

[S-863]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of de overdrukinstallatie van de vluchtgang wordt ingeschakeld.

[S-901]

In paragraaf 2.4.1.8 is te zien dat de CaDo's pas geopend worden om 22:02 uur. Volgens de eis zou dit automatisch moeten gebeuren na het indrukken van de calamiteitenknop. Deze functionaliteit is in de log dus niet aanwezig. Wat er bedoeld wordt met de melding om 18:17 uur (Te lang gewacht met uitvoeren van bediening in procedurestap) is niet duidelijk.

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



[S-905]

In paragraaf 2.4.1.8 is te zien dat na instelling van het calamiteitenbedrijf er geen melding komt voor de procedure “verkeerslichten onvoorwaardelijk rood”. Wel worden alle andere mogelijke statussen in de procedure op “geen vrijgave” gezet. Dit houdt in dat de verkeerslichten wel op onvoorwaardelijk rood worden gezet, maar dat dit niet gemeld wordt in de log. De verkeerslichten zelf staan om 18:10:57 uur op rood. Tevens valt op dat de terugmeldingen over de verkeerslichten op de hoofdrijbaan *links* allemaal een terugmelding krijgen van het object “Verkeersportaal verkeerslichten *rechts*”, waar het object “Verkeersportaal verkeerslichten links” zou moeten heten. Het object heeft dus de verkeerde naam in de logging.

Ervan uitgaande dat op basis van het instellen van de procedure geen vrijgave voor alle overige statussen er geconcludeerd kan worden dat na het indrukken van de calamiteitenknop de procedure onvoorwaardelijk rood is opgestart, is aangetoond dat deze functionaliteit wordt gelogd.

[S-1506]

In paragraaf 2.4.1.5 is te zien dat de brandbluspompen om 18:10 uur worden ingeschakeld. Hiermee is aangetoond dat de functionaliteit van de derde bullet van deze eis wordt gelogd.

[S-1507]

In paragraaf 2.4.1.5 is te zien dat de brandbluspompen om 18:19 uur worden uitgeschakeld. Hiermee is aangetoond dat de functionaliteit van de derde bullet van deze eis wordt gelogd.

[S-2327]

In paragraaf 2.4.1.9 is te zien dat bij optreden van de calamiteit de signaleringsniveaus naar “rood intermitterend” gaan. Aan het einde van de calamiteit zijn de niveaus terug naar groen. Hiermee is aangetoond dat de functionaliteit van de eerste en derde bullet van deze eis wordt gelogd.

[S-2601]

In de systeemlogfiles is niet terug te vinden of de vluchtdeuren in de kopse kant vergrendeld worden.

2.4.4 Conclusies en aanbevelingen

Voor de volgende eisen uit het SPvE is op basis van de logfiles niet aan te tonen of de functionaliteit in de log aanwezig is: 285, 346, 583, 667, 863, 901, en 2601. Merk op dat de mogelijkheid bestaat dat een systeem aangestuurd wordt zonder iets te loggen. In dit geval werkt het wel, er is alleen achteraf niet vast te stellen of het systeem gefunctioneerd heeft. Om deze reden is het belangrijk dat iedere actie (en reactie) gelogd wordt.

De volgende eisen uit het SPvE kunnen niet, of niet volledig, geverifieerd worden door middel van een analyse van de systeemlogfiles: 2354, 538, 741, 742 en 753.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Specificeer wanneer systemen (die door calamiteitenbedrijf zijn ingeschakeld) weer uitgeschakeld moeten worden (dit in het SPvE).
2. Zorg ervoor dat voldaan wordt aan alle eisen.
3. Maak meldingen eenduidig en duidelijk. Vermijd termen als On, On1 en On2.
4. Verwijder overbodige meldingen.
5. Corrigeer het systeem zodanig dat de foutieve melding van de calamiteit om 18:19 uur niet meer voorkomt.
6. Vermeld de ventilatierichting van de omkeerbare ventilatoren.
7. Zorg dat ventilator 03 in de rechertunnelbuis van de Roertunnel zijn status logt.
8. Verbeter het gebruikersgemak van de bediening:
 - a. Maak onderscheid in audiosignalen in de CLB. Zowel in prioriteit als per tunnel.
 - b. Versnel het schouwen door het doorlopen van de camera's ook met het toetsenbord mogelijk te maken.

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



- c. Verminder het aantal benodigde muisklikken van handelingen die vaak voorkomen.
- d. Overleg met de tunneloperator wat nog meer verbeterd kan worden.
9. De CaDo's werken niet volgens de specificatie (eis 901). Er dient onderzocht te worden welke van de twee aangepast dient te worden.
10. Voeg in de logging bij het indrukken van de calamiteitenknop een melding toe dat de procedure *onvoorwaardelijk rood* wordt opgestart.
11. Corrigeer de foutieve terugmelding van het object "Verkeersportaal verkeerslichten rechts" waar dit het verkeersportaal verkeerslichten links betreft.
12. Doe een uitgebreide test van de calamiteitenprocedure. Test hierbij niet alleen de "Sunny Day" scenario's.

Opmerking bij punt 9: indien blijkt dat de CaDo's zoals gewenst werken en dat de specificatie niet goed is, dient de onnodige handeling (open en dicht na beëindiging van calamiteitenbedrijf) verwijderd te worden.

Om het systeemgedrag van de tunnel(s) als geheel te beschrijven en een goede set van systeemeisen op te stellen verdient het aanbeveling om alsnog een functioneel ontwerp te maken, waarbij de benadering top-down is. Begin met een OCD (Operational Concept Description), gevolgd door een SSS (System/subsystem Specification) en een SSDD (System/subsystem Design Description). Dit zijn documenten volgens de J-STD-016 standaard en dragen bij aan de opzet van een gestructureerd ontwerp.

2.5 CCTV

2.5.1 Analyse van het systeemgedrag

Het volgende systeemgedrag van het CCTV-systeem is geconstateerd:

- Het schouwen van een enkele buis in de Roertunnel duurt 3 tot 4 minuten (bron: tunneloperator).
- Het overschakelen van de detailmonitor naar een andere camera gebeurt met de muis en duurt relatief lang (+/- 5 seconden) Dit is een combinatie van de door de tunneloperator te verrichten handelingen en de snelheid van de respons van het systeem. (bron: tunneloperator).
- De 'dome' camera's (draaibare camera ingebouwd in een halve bol) van het CCTV-systeem in de tunnel worden snel vuil aan de kant waar het verkeer vandaan komt. Dit komt door de constante vuile luchtstroom in de rijrichting van de tunnelbuis. Het gevolg is dat het beeld slecht is wanneer de camera's tegen de rijrichting in gedraaid worden. Deze situatie is 's nachts nog slechter door tegenlicht (bron: tunneloperator).
- Een spookrijder is lastig op te sporen wanneer de camera's met de rijrichting meekijken omdat deze dan slechts korte tijd in beeld is (bron: tunneloperator).
- Het schouwen gebeurt met één monitor, waarop telkens één camerabeeld wordt getoond. In combinatie met de lange tijd voor het schakelen tussen camera's, zorgt dit voor vertraging in het schouwen (bron: tunneloperator).
- De monitor die gebruikt wordt om de beelden van SDS-meldingen te tonen, wordt ook gebruikt voor het schouwen. Tijdens het schouwen wordt daardoor ingeval van SDS-meldingen niet automatisch het bijbehorende beeld op de monitor getoond. Wanneer een operator het schouwen af zou breken om naar het SDS-event te kijken, is hij het bijbehorende beeld kwijt (bron: tunneloperator).
- Opnamen van CCTV-beelden tonen geen tijdstempels (bron: bezoek CLB).

2.5.2 Analyse van de systeemeisen

[V-1799] Camera's moeten tegenlicht als gevolg van tegenverkeer of lichtreflectie op voertuigen zodanig onderdrukken, dat geen afbreuk wordt gedaan aan de totale beeldpresentatie.



[V-1808] Er moeten maatregelen getroffen worden om het hechten van vuil in het zichtgebied van de behuizing van de camera te voorkomen.

2.5.3 Verificatie van de systeemeisen

[V-1799]

Volgens de tunneloperator zijn de camera's bruikbaar wanneer ze schoon zijn. Aan deze eis is dus voldaan.

[V-1808]

Vuil op de 'dome' van de camera's is volgens de tunneloperator een probleem. Camera's worden snel vuil door aanslag aan de achterkant (de kant waar normaliter het verkeer vandaan komt). Wanneer camera's tegen de rijrichting in gedraaid worden (zoals bij een spookrijder), 'kijkt' de camera als het ware tegen het vuil aan. Hierdoor is het zicht onvoldoende. Om deze reden is aan deze eis niet voldaan.

2.5.4 Conclusies en aanbevelingen

Aan eis 1799 van de Vraagspecificatie is voldaan, echter, aan eis 1808 niet. Hierdoor worden de CCTV-camera's in korte tijd te vuil om tegen de rijrichting in gebruikt te worden.

Om aan EIS 1808 te voldoen zijn er de volgende opties:

- Vervang de 'dome' camera's door gewone PTZ-camera's. Deze hebben geen last van vervuiling aan de achterzijde.
- Verbeter het schoonmaakregime. Maak vooral intensiever schoon in vochtige periodes wanneer camera's meer last hebben van vuilaanslag.
- Verbeter het ontwerp van de 'dome' camera's door bijvoorbeeld een betere vuilafstotende coating en/of een reinigingssysteem.
- Verandering van de (vuile) luchtstroom.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Versnel het schouwproces door:
 - het schakelen tussen camerabeelden sneller te maken.
 - logische groepen camerabeelden te clusteren en gelijktijdig te tonen.
- Voorzie in de mogelijkheid om alle camera's van een bepaalde rijstrook met één enkele handeling om te draaien. Dit maakt het opsporen van een spookrijder makkelijker. (Bij spookrijdermeldingen zou dit ook met behulp van een preset in de camera kunnen).
- Voorzie de opnames van CCTV-beelden van tijdstempels zodat een goede analyse van gebeurtenissen mogelijk is.
- Bouw een wachtrij van gebeurtenissen in zodat de tunneloperator in de historie terug kan gaan en het bijbehorende camerabeeld tot zijn beschikking heeft.

2.6 MTM

Tijdens de workshop kwam het volgende feit met betrekking tot MTM naar boven. Na het opheffen van het calamiteitenbedrijf (tijdens het spookrijderincident) kwam het verkeer slechts langzaam op gang. Dit kwam mede doordat de MSI's (Matrix Signaal Indicatoren) boven de rijbaan op "50" bleven staan. MTM is voorzien van een AID (Automatische Incident Detectie) die de signaalgevers direct aanstuurt wanneer een file wordt gedetecteerd. Normaal gesproken wordt de snelheidsverlaging ook automatisch uitgeschakeld, wanneer verkeer de uitschakeldrempel weer overschrijdt. In incidentele gevallen kan het echter voorkomen dat bij rustig verkeer er onvoldoende auto's op de rijstroken rijden om de uitschakeldrempel te overschrijden. Hierdoor kan de AID blijven "hangen" op het tonen van een "50". Om in een dergelijk geval de file weer op gang te krijgen, kunnen wegverkeersleiders normaliter op afstand de AID-toestand 'resetten'. Ten tijde van het incident was de tunneloperator niet geïnstrueerd hoe deze AID-toestand gereset moet worden, met als gevolg dat het verkeer dus minder snel op gang kwam.



2.6.1 Analyse van de systeemeisen

[S-1089] De verkeersmaatregelen ten behoeve van filewaarschuwing worden automatisch door het besturingssysteem van de verkeersinstallaties op de (tunnel)rijstrooksignaalgevers boven de weg gezet en verwijderd na het oplossen van de file.

2.6.2 Verificatie van de systeemeisen

[S-1089]

Er kan door analyse van de systeemlogfiles niet geïnfereerd worden of aan deze eis is voldaan omdat informatie betreffende MTM hier niet gelogd wordt.

2.6.3 Conclusies en aanbevelingen

Eis 1089 kon niet geïnfereerd worden.

Wat betreft het 'resetten' van de AID: navraag leverde informatie op dat de tunneloperator wel deze mogelijkheid heeft maar dat men hiervoor niet geïnstrueerd was. De aanbeveling luidt: instrueer de tunneloperator hoe een AID te resetten.

Verder geldt de aanbeveling om relevante informatie betreffende het functioneren van de rijstrooksignaalgevers te loggen.



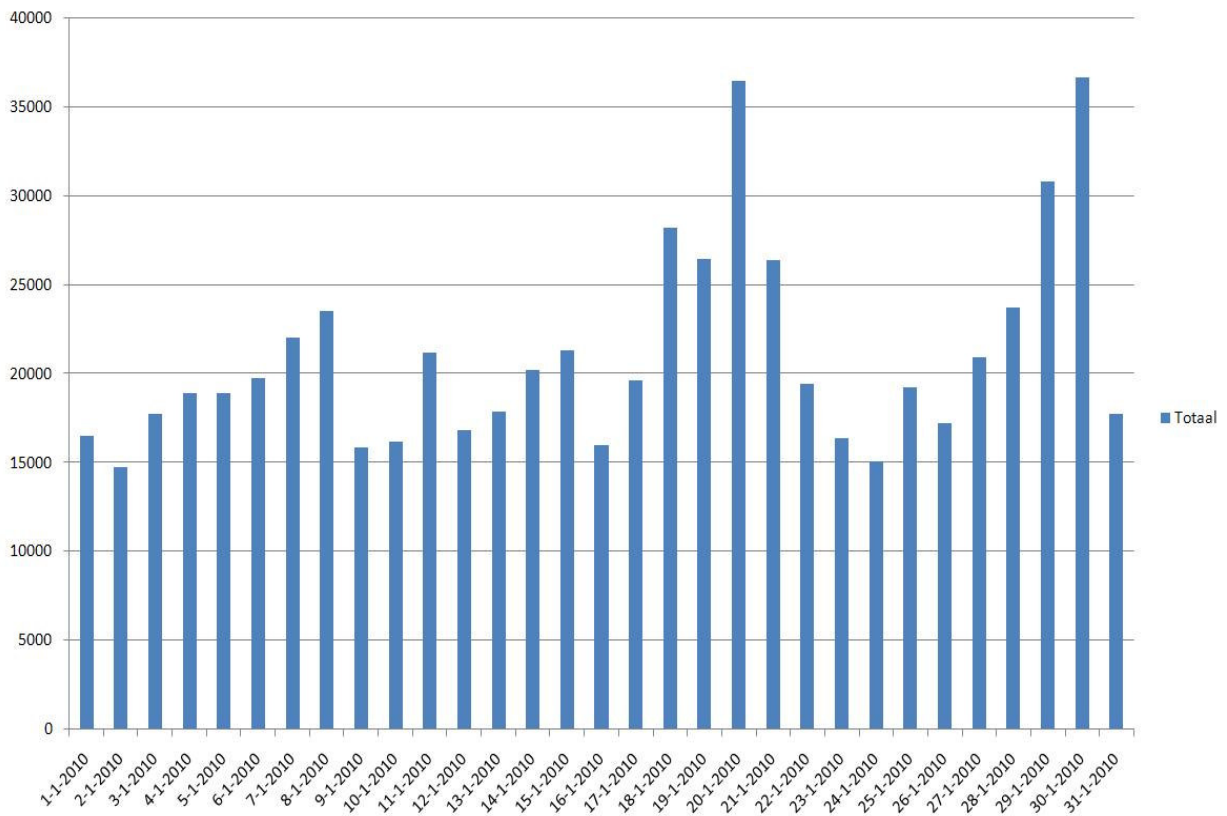
3 Aanvullende analyse van de systeemlogfiles

Tijdens de systeemevaluatie is een analyse gedaan van de systeemlogfiles. In eerste instantie is gekeken naar informatie die betrekking had op de relevante deelsystemen. Echter, de logfiles bevatten nog meer informatie, die dermate belangrijk is dat er een apart hoofdstuk aan gewijd is.

3.1 Informatiehoeveelheid

In de ontvangen PGIM-logfiles van de maanden december 2009 tot en met februari 2010 staan in totaal ruim 2,3 miljoen regels met meldingen. De tunneloperator krijgt iedere melding te zien. 2,3 miljoen meldingen verdeeld over 90 dagen levert ongeveer 25.000 meldingen per dag op (ofwel, gemiddeld ruim 17 per minuut). In figuur 4 staat het aantal systeemmeldingen per dag over de maand januari 2010. In deze meldingen zijn ook alle bevestigingsacties opgenomen. Vaak is het zo dat een bepaalde melding door een operator bevestigd moet worden. In dit geval levert één gebeurtenis twee logregels op.

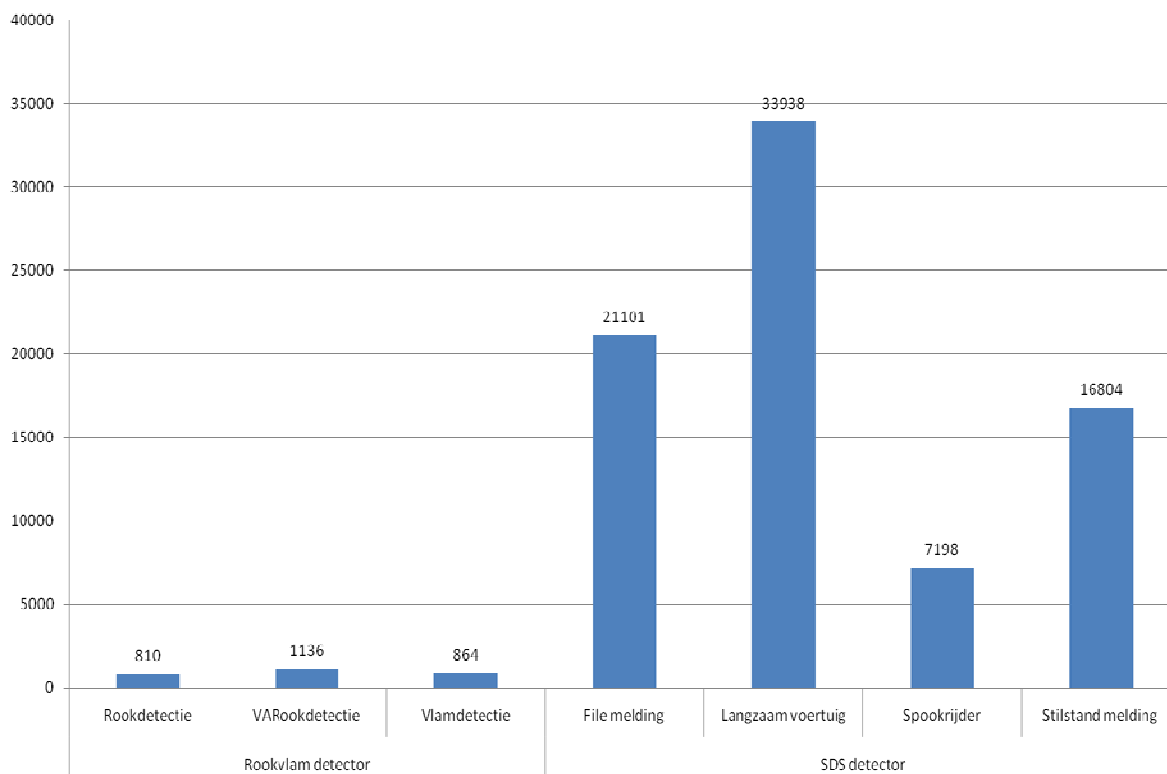
Stysteem meldingen per dag over de maand januari 2010



Figuur 4: Systeemmeldingen



Aantal meldingen van SDS en RVD in januari 2010



Figuur 5 SDS-/RVD-systeemmeldingen januari

In figuur 5 worden alleen de meldingen betreffende het SDS- en Rookvlamdetectie (RVD) systeem getoond. Hierin is te zien dat er naast spookrijdermeldingen diverse rook- en vlammeldingen hebben plaatsgevonden. Controle van de logboeken wees uit dat er geen brand in de tunnels is geweest. Deze meldingen zijn dus ook onterecht. Ook deze valse meldingen dragen bij aan de taakbelasting van de tunneloperators. Al deze SDS- en RVD-systeemmeldingen samen leveren gemiddeld 2.640 meldingen per dag op, ofwel gemiddeld bijna 2 meldingen per minuut.

3.2 Informatieconsistentie

3.2.1 Logfile headers

De logfiles zijn per dag aangeleverd, in CSV (Comma Separated Values, komma gescheiden) formaat. Ieder bestand heeft een eigen 'header' met daarin de namen van de betreffende kolommen. Echter, over de periode van 90 dagen zijn drie verschillende formaten headers aangetroffen, waarbij soms meer, soms minder kolommen aanwezig waren. De drie typen zijn als volgt geïdentificeerd.

Type 1:

Timestamp, Object name, Object description, ShortDescription, OPCAAttrib7, OPCAAttrib9, Severity, Source, Event_ID,

Type 2:

Timestamp, ms, Prio, Severity, Object name, Object description, Signal, ShortDescription, SubCondition, Shorttext, Event_ID,

Systeemevaluatie
Ongeval A73 Spookrijder
Datum 17-9-2010
Status Definitief 1.0



Type 3:

Timestamp, ms, Prio, Severity, Object name, Objectdescription, Signal, ShortDescription, SubCondition, Shorttext, OPCAETtrib6, OPCAETtrib9, Event_ID.

In de tijd gezien veranderde het formaat van de headers, dus ook de inhoud, van de logfiles op de volgende wijze:

Van	Tot	Type
01-12-2009	21-12-2009	1
01-01-2010	06-01-2010	3
07-01-2010	07-01-2010	2
08-01-2010	31-01-2010	3
01-02-2010	07-02-2010	1
09-02-2010	28-02-2010	3

Er is geen logisch verband tussen de datum en het formaat logfile dat gebruikt is. Geconstateerd kan worden dat de systeemsoftware minimaal 5 wijzigingen heeft ondergaan in de betreffende periode.

Dit wisselende formaat heeft de analyse van de logfiles bemoeilijkt, doch de resultaten niet beïnvloed.

3.2.2 CSV

Zoals al eerder genoemd bestaan de logfiles uit CSV-bestanden. Dit wil zeggen dat er komma's als scheidingstekens gebruikt worden om onderscheid tussen de informatievelden te kunnen maken. Dit heeft als consequentie dat er geen komma's in de velden zelf gebruikt mogen worden. Tijdens de analyse is gebleken dat niet alle SDS-camera's zich aan deze conventie houden. In de logfiles staat van 56 SDS-camera's de plaatsaanduiding genoteerd met een komma i.p.v. een punt. Voor een volledige lijst zie bijlage B.

Om de analyse voort te kunnen zetten zijn alle foutieve komma's door punten vervangen.

3.3 Handmatige handelingen

Bepaalde typen meldingen verwachten een bevestiging van de tunneloperator. Deze zijn in de logfiles terug te vinden als "Acknowledge of ...". Een telling van dit type meldingen over de maand januari 2010 levert het volgende resultaat op:

- 51.912 handmatige bevestigingen voor de Roertunnel.
- 45.263 handmatige bevestigingen voor de Tunnel Swalmen.

Gemiddeld zijn dit 70 (voor de Roertunnel), respectievelijk 60 (voor de Tunnel Swalmen) handmatige bevestigingen per uur. Het maximumaantal gevraagde bevestigingen in een kwartier in de maand januari is 163 (de nacht van vrijdag op zaterdag uitgesloten in verband met onderhoudswerkzaamheden).

Dit leidt tot een hoge taakbelasting van de tunneloperator.

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



3.4 Systeemfouten

Tijdens de analyse is een aantal zaken opgevallen van meldingen die als verdacht aangemerkt kunnen worden. Het verdient aanbeveling om verder onderzoek naar de oorsprong van deze meldingen uit te voeren omdat serieuze systeemfouten aan deze meldingen ten grondslag kunnen liggen. In de volgende paragrafen wordt een globaal inzicht gegeven in de aantallen en aard van de systeemfouten.

Er is niet geprobeerd om een trend te signaleren, vandaar dat er wat betreft deze systeemfouten alleen naar de maand januari 2010 is gekeken. Ook is er niet geprobeerd om alle foutmeldingen die zich hebben voorgedaan te analyseren, alleen de meest in het oog springende.

3.4.1 "ACOF"-meldingen

Er zijn in totaal 3.701 ACOF-meldingen geconstateerd. ACOF staat voor Automatic Confirmation Of Function. Hiervan zijn er 112 geïdentificeerd als een storing. Van de overige ACOF-meldingen is niet duidelijk of dit gewenst systeemgedrag is of niet. Een ACOF-storing treedt op wanneer de besturing geen communicatie meer heeft met de te besturen deelinstallatie en zou dus in principe nooit voor moeten komen.

3.4.2 "VB Error"

Er zijn in totaal 260 "VB Error"-meldingen geconstateerd.

In 244 gevallen was de melding: VB error: "Invalid procedure call or argument"...Faceplate...

In de overige 16 gevallen ging het om de melding: VB error: "Method '~' of object '~' failed" in...

De afkorting "VB" duidt waarschijnlijk op de programmeertaal "Visual Basic" en heeft mogelijk iets te maken met de HMI (Human Machine Interface). Deze fouten duiden op programmeerfouten en kunnen grote gevolgen hebben voor de bediening.

3.4.3 Expression error

Er zijn in totaal 18.152 "Expression errors" geconstateerd. De meldingen waren in de trant van: Expression error at line (2(9). Borderstyle. VBDescription = "Overflow" in <stelsysteem>.... Waarbij systeem varieerde o.a. van 'Blusinstallatie' tot 'Pompkelders' en 'WMS'.

Naast de meldingen die betrekking hebben op deelsystemen kwamen ook andere (software-) fouten zeer regelmatig voor:

- 525 maal: "Invalid use of Null"
- 675 maal: "Type mismatch"
- 11.385 maal: "Automation error"

Ook hier geldt dat deze meldingen duiden op programmeerfouten die, zeker in een operationeel stadium, nooit voor mogen komen.

3.4.4 CamError

Gedurende deze maand hebben 22.851 "CamError"-meldingen plaatsgevonden. Dit zijn meldingen van SDS-camera's die aangeven dat de desbetreffende camera in storing is.

3.4.5 Netwerkproblemen

2.641 meldingen hebben betrekking op netwerkproblemen, waarvan 1.526 gerelateerd zijn aan het Vikingnetwerk. In de meeste gevallen gaat het (volgens de logfiles) om losgekoppelde apparaten of netwerkproblemen. Dit zou niet moeten voorkomen in een operationeel systeem. Netwerkproblemen kunnen grote gevolgen hebben voor de betrouwbaarheid van de besturing.

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



3.4.6 *Luminantie*

Er hebben 241 meldingen van het type: "Luminantie meting buiten, ...buis, ChannErr, Channel Error" plaatsgevonden.

Het is onduidelijk wat de oorzaak van deze storing is.

5.963 meldingen met de tekst: "Luminantiemeting verschil groter dan 50%".

Het is onduidelijk wat de oorzaak van deze meldingen is.

3.4.7 *Free disk space*

484 meldingen met de tekst: "Free disk space warning", zonder informatie om welke disk het gaat.

Blijkbaar komt het vaak voor dat het systeem te weinig vrije diskruimte heeft. Het is niet bekend of hiervoor voorzieningen zijn getroffen en wat de gevolgen zijn wanneer een disk vol is.

3.4.8 *HW Error*

In totaal werden er 1.124 "HW Error"-meldingen gerapporteerd. Meestal met teksten als: "Overflow", "Error on backup device", "Extended status bit 5", "Connection down" en "Module missing".

HW Error zou kunnen duiden op een hardwarefout. Wat deze meldingen precies betekenen en of ze terecht zijn, is niet bekend. Evenmin bekend zijn de mogelijke gevolgen. Het moge duidelijk zijn dat 1.124 hardwarefouten in een maand erg veel is.

3.4.9 *Verkeersprocedure*

In de logfiles komen meldingen voor dat verkeersprocedures te lang actief zouden zijn geweest. Tijdens het ontwerp van het besturingssysteem is besloten om de verkeerssignalering uit het besturingssysteem te halen. Mogelijk zijn de meldingen over de verkeersprocedures het gevolg van oude verwijzingen naar de verkeerssignalering die achtergebleven zijn in de programmacode (Bron: Rijkswaterstaat Limburg).

3.4.10 *Conclusie en aanbevelingen*

Meldingen dienen eenduidiger en duidelijker gemaakt te worden. Een gebruiker kan niet veel met de melding "Functional Unit 61".

Een aantal systeemfouten of meldingen zou te herleiden kunnen zijn naar falende hardware of onderhoudswerkzaamheden. Echter, meldingen waaronder "VB Error", "Expression Error" en "Overflow Error" mogen nooit voorkomen in een operationeel systeem en kunnen mogelijk systeemfalen tot gevolg hebben. Het betreft in deze gevallen duidelijk softwareproblemen en geen hardwareproblemen. Deze fouten komen dagelijks voor, dus niet enkel tijdens onderhoudsafsluitingen.

Er is onvoldoende informatie aanwezig om een uitspraak te kunnen doen over het risico en de mogelijke gevolgen van deze fouten. Deze fouten baren echter dusdanige zorgen dat het verstandig is om op korte termijn een grondig onderzoek naar de oorsprong en de mogelijke impact van de fouten te starten. Daarnaast zullen deze fouten ook invloed hebben op de performance van het systeem.

	Systeemevaluatie
Ongeval	A73 Spookrijder
Datum	17-9-2010
Status	Definitief 1.0



4 Conclusies en aanbevelingen

Een belangrijke conclusie is de constatering dat er voor het ontwerp van beide tunnels geen integraal functioneel ontwerp van de tunneltechnische en verkeerstechnische installaties is gemaakt. Hierdoor is niet exact vastgelegd hoe de deelinstallaties met elkaar zouden moeten samenwerken. Dit feit is mede debet aan de problemen die later tijdens de realisatie van de TTI zijn ontstaan.

Twee systemen hebben ten tijde van het incident niet optimaal gefunctioneerd. Ten eerste was dat het SDS dat dagelijks te veel foute spookrijdermeldingen genereerde. Wanneer dit goed had gefunctioneerd, was de tunneloperator eerder overtuigd geweest van de betrouwbaarheid van de spookrijdermeldingen toen er echt een spookrijder was. Het tweede systeem dat niet optimaal functioneerde was het CCTV-systeem. Door vuilaanslag en trage bediening kon de spookrijder niet op tijd visueel waargenomen worden. Pas na de telefonische melding van de spookrijder via het KLPD besloot de tunneloperator om de calamiteitenprocedure in de Roertunnel te starten.

Hoewel de overige systemen ("onder" de calamiteitenknop) niet merkbaar gefaald hebben, valt niet te concluderen dat beide tunnels veilig zijn. Uit de analyse van de PGIM-systeemlogfiles komt een aantal zorgwekkende feiten aan het licht waaruit blijkt dat beide tunnels nog een groot aantal systeemfouten bevatten. Fouten die niet in een operationeel systeem voor mogen komen. Gezien dit feit is het de vraag of de tunnels voldoende veilig zijn.

Uiteraard is door slechts een analyse van de logfiles uit te voeren niet te bepalen of een systeem voldoende betrouwbaar is. Echter, er kan gesteld worden dat de betrouwbaarheid van de systemen van beide tunnels discutabel is. De kans dat bijvoorbeeld een brandblusinstallatie niet naar behoren functioneert tijdens een brand lijkt reëel aanwezig te zijn.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat aangezien de tunnel met restpunten is opengegaan, er ten tijde van het incident meerdere beheersmaatregelen actief waren: 24/7 een lokale bediening van beide tunnels, een rondrijdende tunnelinspecteur die mogelijk falen van systemen/installaties kon signaleren en een "crash-team" voor ondersteuning, bestaande uit een medewerker tunnelbeheer (voor de procedures), een inbedrijfsteller vanuit de aannemer (voor de systeemtechnische kant) en tijdens de spits een ervaren verkeerskundige. Aanvullend daarop was er ook een escalatielaag ingesteld, om bij problemen snel op te kunnen schalen.

Het verdient aanbeveling om op korte termijn een grondig onderzoek uit te voeren (met risicoanalyse) naar de betrouwbaarheid van beide tunnels. Gevolgd door de nodige acties om de problemen op te lossen. Voor de langere termijn dient gekeken te worden naar een meer structurele oplossing waarin alsnog een functioneel ontwerp gemaakt wordt, gevolgd door een 'redesign' van de TTI.

4.1 Aanbevelingen per systeem

Besturing en Bediening

- Maak (alsnog) een top-down systeemontwerp per tunnel als geheel volgens de Systems Engineering-methodiek en voer vervolgens een verificatie en validatie uit. Test hierbij niet alleen "sunny day" scenario's, maar maak bijvoorbeeld gebruik van 'pairwise testing' waarbij alle mogelijke ingangscondities en sequenties getest worden.
- De wijzigingen in het besturingssysteem zullen dermate groot zijn dat deze niet goed te testen zullen zijn in een in bedrijf zijnde tunnel. Om lange afsluitingen te voorkomen verdient het aanbeveling om een testomgeving op te zetten waarin alle periferie gesimuleerd wordt (met HIL, hardware-in-the-loop) en een volledige iFAT uitgevoerd kan worden.
- Herontwerp de HMI waarbij de gebruiker en de scenario's centraal staan. Een goed startpunt zou zijn om te werken met zogenaamde 'use cases'³.

³ Een use case beschrijft "wie" met het betreffende systeem "wat" kan doen.

Ongeval Systeemevaluatie
Datum A73 Spookrijder
Status 17-9-2010
 Definitief 1.0



- Scheid enerzijds meldingen die van belang zijn voor de bediening en besturing van anderzijds de meldingen die enkel van belang zijn voor het beheer. Dit om de hoeveelheid aan informatie die een tunneloperator te verwerken krijgt te minimaliseren. Maak duidelijk onderscheid in prioriteit van meldingen.
- Gebruik verschillende akoestische signalen bij verschillende meldingen.
- Het besturingssysteem produceert cryptische, onbegrijpelijke meldingen. Maak deze voor een operator begrijpelijk (ook in de systeemlogfiles).
- Corrigeer foutieve en ontbrekende meldingen in de systeemlogfiles.

SDS

- Verbeter de detectiebetrouwbaarheid. Zorg dat het systeem aan de eisen gaat voldoen.
- Definieer goede acceptatietests en voer deze uit na de correcties.
- Test niet alleen of het systeem minder 'false alarms' genereert maar test ook of het nog wel spookrijders voldoende detecteert, inclusief de andere gebeurtenissen, zoals vermeld in de specificatie.
- Zorg ervoor dat de ID's van de camera's zoals deze te zien zijn in de opnames overeenkomen met de ID's in de systeemlogfiles.
- Zorg ervoor dat opgenomen beelden tijdcodes bevatten.

DLS

- Het DLS-systeem (Druk Lucht Schuim Systeem) gaf geen statuswijzigingen (van bijvoorbeeld 'beschikbaar' naar 'niet-beschikbaar') door aan de tunneloperator en deze werden ook niet gelogd. Het is voor de tunneloperator belangrijk om op de hoogte te zijn van de beschikbaarheid van dit blussysteem. Dus: wijzig het systeem zodanig dat de tunneloperator op de hoogte gesteld wordt van de beschikbaarheid van het DLS-systeem en dat deze wordt gelogd. Dit voorkomt tevens dat vergeten wordt om het DLS-systeem uit te schakelen omdat bij iedere spoelcyclus de tunneloperator een melding zal krijgen. De status van het DLS-systeem moet tevens op het Brandweer Bedien Paneel (BBP) getoond worden.
- In de periode voordat deze aanpassingen zijn uitgevoerd, dienen de tunneloperators geïnstrueerd te worden over de beperkingen van het DLS-systeem.

WMS

- Het WMS (Watermiststelsysteem) gaf geen statuswijzigingen door aan de tunneloperator en deze werden ook niet gelogd. Onderzoek de oorzaak en zorg dat deze statuswijzigingen wel doorgegeven worden.

CCTV

- Het CCTV-systeem (Closed Circuit Television) aanpassen om de schouwtijd te verkorten en om spookrijders sneller te lokaliseren. Dit is onder andere mogelijk door meerdere CCTV-beelden tegelijk te tonen, het schakelen tussen camera's te versnellen en/of wachtrijen in te voeren waarbij de tunneloperator terug kan schakelen naar de camera van een eerdere melding.
- Voorzie opgenomen CCTV-beelden van tijdstempels. Deze zijn voor een goede analyse van videobeelden noodzakelijk.
- Neem maatregelen om aanslag van vuil op de 'dome' camera's te voorkomen.

MTM

- Instrueer de tunneloperator hoe deze een AID kan resetten.
- Relevante informatie betreffende het functioneren van de rijstrooksignaalgevers dient gelogd te worden.



4.2 Aanbevelingen voor de korte en lange termijn

Aanbevelingen voor de korte termijn:

- Zorg dat de systemen Bediening & Besturing, SDS, DLS en CCTV aan de eisen uit het SPvE voldoen.
- Onderzoek de oorzaak van de systeemfoutmeldingen.
- Bepaal maatregelen aan de hand van de uitkomst van de onderzoeken.

Aanbevelingen voor de langere termijn:

- Maak alsnog een (integraal) functioneel ontwerp (van de tunnels als geheel).
 - Voer een kwantitatieve risicoanalyse van de TTI van beide tunnels uit.
 - Ontwerp de bediening vanuit de gebruiker, niet vanuit de techniek.
 - Minimaliseer meldingen voor de tunneloperator door meldingen te scheiden.
- Bouw een tunnelsimulatieomgeving waar de tunnelsoftware grondig getest kan worden. Hier kan tevens een iFAT gedaan worden.
- Herimplementeer waar nodig deelinstallaties.
- Voer verificaties en validaties uit.
- Pas gedurende de gehele lifecycle een kwaliteitsmanagementsysteem toe.
- Train tunneloperators regelmatig in de simulatieomgeving.



5 Gebruikte bronnen

	Bron
1	A73 Extractie vraagspecificatie 24-03-2010
2	Specifiek Programma van Eisen Roertunnel, versie 4.0, 4 januari 2005
3	Specifiek Programma van Eisen Tunnel Swalmen, versie 4.0, 4 januari 2005
4	A73 PGIM Systeemlogfiles van 1-12-2009 t/m 28-2-2010
5	Workshop met betrokken tunneloperators d.d. 2-3-2010
6	Bezoek aan dienstgebouw voor analyse van videobeelden d.d. 8-6-2010

Ongeval Systeemevaluatie
Datum A73 Spookrijder
Status 17-9-2010
 Definitief 1.0



6 Gebruikte afkortingen

Afkorting	Omschrijving
AID	Automatische Incident Detectie (filestaart beveiliging van MTM)
BBP	Brandweer Bedien Paneel
CaDo	Calamiteiten Doorgang
CLB	Centrale Locale Bediening
DLS	Druk Lucht Schuim
HMI	Human Machine Interface
MMI	Man Machine Interface
MSI	Matrix Signaal Indicator
PTZ	Pan Tilt Zoom (eigenschap van draaibare videocamera)
RWS	Rijkswaterstaat
SDS	SnelheidsDiscriminatie Systeem
TOP	Tunneloperator
TTI	Tunneltechnische installaties
WMS	Watermiststelsysteem



7 Bijlage A: Spookrijdermeldingen op 25/1/10

Tijd	Object name	Object description	OPCA- EAttrib6	Tijd	Object	Object description	OPCAE- Attrib6
1:13:19	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:06:40	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
1:13:50	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:06:41	ROE_L121_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder
1:15:24	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:06:48	ROE_L120_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
1:15:54	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:06:57	ROE_L119_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
1:17:14	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:07:06	ROE_L118_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
1:17:44	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:07:09	ROE_L111_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
3:13:43	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:07:09	ROE_L112_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
3:14:13	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:07:09	ROE_L117_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
3:36:32	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder	18:07:11	ROE_L112_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
3:37:02	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder	18:07:18	ROE_L110_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:29:06	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:07:25	ROE_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:29:16	ROE_R002_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:07:25	ROE_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:29:16	ROE_R003_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:07:28	ROE_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:29:35	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:07:30	ROE_L107_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:29:51	ROE_R003_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:41	ROE_L111_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:29:51	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:46	ROE_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:30:12	ROE_R003_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:07:48	ROE_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:30:22	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:48	ROE_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:30:22	ROE_R003_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:48	ROE_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:30:31	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:51	ROE_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:31:11	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:51	ROE_L110_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:31:19	ROE_R002_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:07:52	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:31:41	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:07:54	ROE_L102_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder
4:31:41	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:07:55	ROE_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 15	Spookrijder
4:32:18	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:08:00	ROE_L107_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:32:18	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:08:18	ROE_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:40:12	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:08:18	ROE_L102_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:40:23	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:08:18	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:40:42	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:08:22	ROE_L102_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:40:53	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:08:22	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
4:41:09	ROE_R002_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:08:24	ROE_L102_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder
4:41:09	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:09:11	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:41:40	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:09:33	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:41:40	ROE_R002_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 14	Spookrijder	18:10:17	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:41:42	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:10:50	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:42:15	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:11:20	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:44:58	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:32	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
4:45:28	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:34	SWA_L112_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
4:53:32	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:40	SWA_L111_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
4:54:02	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:46	SWA_L110_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
4:58:18	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:48	SWA_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
4:58:48	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:11:59	SWA_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
5:12:30	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder	18:11:59	SWA_L107_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder

Incidentevaluatie

Ongeval
Datum
Status

Systeemevaluatie
A73 Spookrijder
17-9-2010
Definitief 1.0



5:13:00	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder	18:12:01	SWA_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
5:26:26	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:12:03	SWA_L106_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
5:26:56	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:12:04	SWA_L112_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
6:18:53	SWA_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder	18:12:07	SWA_L105_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
6:19:23	SWA_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder	18:12:10	SWA_L111_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
7:47:23	ROE_R020_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 16	Spookrijder	18:12:16	SWA_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
7:47:23	ROE_R019_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 16	Spookrijder	18:12:16	SWA_L110_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
7:47:54	ROE_R020_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 16	Spookrijder	18:12:16	SWA_R010_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 24	Spookrijder
7:47:54	ROE_R019_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 16	Spookrijder	18:12:18	SWA_L102_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
8:18:00	ROE_L117_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:18	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
8:18:00	ROE_L118_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:18	SWA_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
8:18:30	ROE_L117_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:18	SWA_L109_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
8:18:30	ROE_L118_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:22	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
8:18:54	ROE_L117_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:24	SWA_L108_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
8:18:54	ROE_L118_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:26	SWA_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
8:19:24	ROE_L118_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:30	SWA_L107_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
8:19:24	ROE_L117_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	18:12:33	SWA_L106_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 23	Spookrijder
11:28:31	ROE_L105_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder	18:12:37	SWA_L105_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
11:28:31	ROE_L104_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder	18:12:43	SWA_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
11:29:01	ROE_L105_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder	18:12:43	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
11:29:01	ROE_L104_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 16	Spookrijder	18:12:49	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
13:43:07	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:12:52	SWA_L102_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
13:43:37	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:12:56	SWA_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder
17:40:32	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:16:40	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
17:41:02	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	18:17:10	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
17:51:24	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:45:52	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
17:51:54	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder	18:46:21	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
17:53:32	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:46:22	ROE_L101_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 16	Spookrijder
17:53:32	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:46:51	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
17:54:02	ROE_R002_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 14	Spookrijder	18:47:21	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
17:54:02	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder	18:47:55	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
18:00:19	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder	18:48:04	ROE_R001_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Re 13	Spookrijder
18:00:19	SWA_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder	18:48:25	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
18:00:49	SWA_L103_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder	18:48:28	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder
18:00:49	SWA_L104_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 24	Spookrijder	18:48:57	ROE_R001_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Re 13	Spookrijder
18:06:10	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	19:03:01	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
18:06:11	ROE_L121_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 14	Spookrijder	19:03:32	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
18:06:16	ROE_L120_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	21:50:09	SWA_L110_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 23	Spookrijder
18:06:28	ROE_L119_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	21:50:39	SWA_L110_42_RST2	SDS detector rijstrook 2 Li 23	Spookrijder
18:06:36	ROE_L118_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	21:53:11	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder
18:06:38	ROE_L117_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder	21:53:41	ROE_L121_42_RST1	SDS detector rijstrook 1 Li 14	Spookrijder



8 Bijlage B: SDS-camera's

De SDS-camera's op de volgende posities loggen informatie met komma's i.p.v. punten in de plaatsaanduiding:

13,993	16,002
14,042	16,023
14,182	16,142
14,203	16,163
14,322	16,282
14,343	16,303
14,462	16,422
14,483	16,443
14,602	16,562
14,623	16,583
14,742	16,702
14,763	16,723
14,882	16,863
14,903	16,912
15,022	22,980
15,043	23,050
15,162	23,190
15,183	23,330
15,302	23,470
15,323	23,610
15,442	23,750
15,463	23,890
15,582	24,030
15,603	24,170
15,722	24,310
15,743	24,450
15,862	24,590
15,883	24,660



Dit is een uitgave van **Dienst Limburg** i.s.m. **Bureau Veiligheidsbeambte** van **Rijkswaterstaat**
Meer informatie?
Bezoek de website www.rws.nl/veiligheidsbeambte of bel 0800 8002 (*gratis*)