



Treinongeval Amsterdam Westerpark

Human Factors aspecten Machinist

drs R. van der Weide EurErg, drs D.W. de Bruijn EurErg,
ir M.P. Zeilstra EurErg, drs M.S. Wilms EurErg

Rapport 3481A

20 november 2012



Colofon

Titel	Treinongeval Amsterdam Westerpark Human Factors aspecten Machinist
Projectnr	Intergo 3481A
Datum	20 november 2012
Auteur(s)	drs R. van der Weide EurErg, drs D.W. de Bruijn EurErg, ir M.P. Zeilstra EurErg, drs M.S. Wilms EurErg
Opdrachtgever	Onderzoeksraad voor Veiligheid
Contactpersoon	R.J.H. Damstra
Versie	1.1
Status	definitief
Aantal pagina's	46

Versie historie

Versie	Datum	Status	Auteur	Opmerking
0.1	29 juni 2012	concept	RW/DB/MZ/MW	1 ^e opzet
0.2	1 juli 2012	concept	RW	1 ^e interne review
0.3	3 juli 2012	concept	RW/DB/MZ/MW	n.a.v. 1 ^e interne review
0.4	20 juli 2012	concept	RW/DB/MZ/MW	n.a.v. 1 ^e review OVV en 2 ^e interne review
1.0	5 oktober 2012	concept ter inzage	RW/DB/MZ/MW	n.a.v. 2 ^e review OVV
1.1	20 november 2012	definitief	RW/DB/MZ/MW	n.a.v. inzage commentaar

© 2012 INTERGO

Postbus 19218 . 3501 DE Utrecht

Pausdam 2 . 3512 HN Utrecht

T +31 (0)30 677 87 00

F +31 (0)30 677 87 01

E info@intergo.nl

I www.intergo.nl

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 Intergo. Het ter inzage geven van deze uitgave aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene Leverings- en Verkoopvoorwaarden Intergo bv', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Onderzoeksvragen	4
1.2	Opbouw rapport	4
2	Aanpak	5
2.1	Documentatie	6
3	Tijdslijn en critical incidents	7
3.1	Bespreking critical incidents	7
3.1.1	Toestand machinist en trein voor vertrek	7
3.1.2	1 - Situatie voor vertrek	9
3.1.3	2 - Vertrekproces	10
3.1.4	3 - Vertrek	11
3.1.5	4 - Nadering sein 606	11
3.1.6	5 - Voorbij sein 606	11
3.1.7	6 - Nadering sein 494	14
3.1.8	7 - Passage Singelgrachtbrug	17
4	Barrière-analyse (HF-LOPA)	19
5	Conclusie	24
	Bijlage 1 - Tijdslijn.....	26
	Bijlage 2 - Zichtlijnen vanuit SLT cabine	34
	Bijlage 3 - Model werkbelasting	35
	Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494	37
	Bijlage 5 - Cognitive lock-up	45

1 Inleiding

Op 21 april 2012 vond ter hoogte van het Westerpark in Amsterdam een treinongeval plaats, waarbij 2 treinen (een intercity van het type VIRM in de richting van Amsterdam Centraal en een sprinter van het type SLT in de richting van Amsterdam Sloterdijk) frontaal zijn gebotst. Hierbij zijn 1 dode en vele gewonden te betreuren. De Onderzoeksraad voor Veiligheid (verder: de Onderzoeksraad) is een onderzoek naar de toedracht en de gevolgen van dit ongeval gestart. Hierbij wordt expliciet aandacht aan het aspect *Human Factors* gegeven. Intergo is gevraagd een bijdrage aan dit onderzoeksaspect te leveren.

1.1 Onderzoeksvragen

De Onderzoeksraad voor Veiligheid heeft naar aanleiding van de treinbotsing diverse onderzoeksvragen geformuleerd¹. Een aantal daarvan heeft betrekking op Human Factors², en meer specifiek op de rol van Machinist en Treindienstleider. Dit rapport betreft de rol van de machinist.

Onderzoeksvraag: Hoe kon het gebeuren dat de machinist³ van de SLT niet stopte voor het rode sein?

NB: Deze onderzoeksvraag is gesteld op basis van technische gegevens die erop wijzen dat het betreffende sein 494 rood toonde⁴. Volledige zekerheid bestaat hier momenteel niet over en de machinist is overtuigd geel te hebben gezien.

NB: De aard van de vraagstelling – namelijk gericht op de rol van personen bij de toedracht van het ongeval – kan ertoe leiden dat de suggestie wordt gewekt dat de oorzaak bij het functioneren van die personen wordt gelegd. De lezer moet zich realiseren dat mensen onderdeel uitmaken van een systeem. In het hoofdrapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid wordt aandacht besteed aan het functioneren van het integrale systeem. In deze context moet dit rapport gelezen worden.

1.2 Opbouw rapport

Hoofdstuk 2 start met een uitwerking van de onderzoeksvraag en de gevolgde aanpak. Daarna volgt een tijdlijn met kritische gebeurtenissen (hoofdstuk 3) en een analyse van barrières (hoofdstuk 4). Hoofdstuk 5 bevat de conclusies.

Dit rapport bevat geen volledig overzicht van de toedracht en gevolgen van het ongeval. Daarvoor dient het bredere onderzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Uiteraard is gepoogd dit rapport zelfstandig leesbaar te maken, maar gezien de focus van de onderzoeksvraag is volledigheid niet het doel geweest.

¹ Onderzoeksraad voor Veiligheid, Focus onderzoek Amsterdam Westerpark, 16 mei 2012

² Human Factors is the scientific discipline concerned with the understanding of the interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theoretical principles, data and methods to design in order to optimize human well being and overall system (IEA)

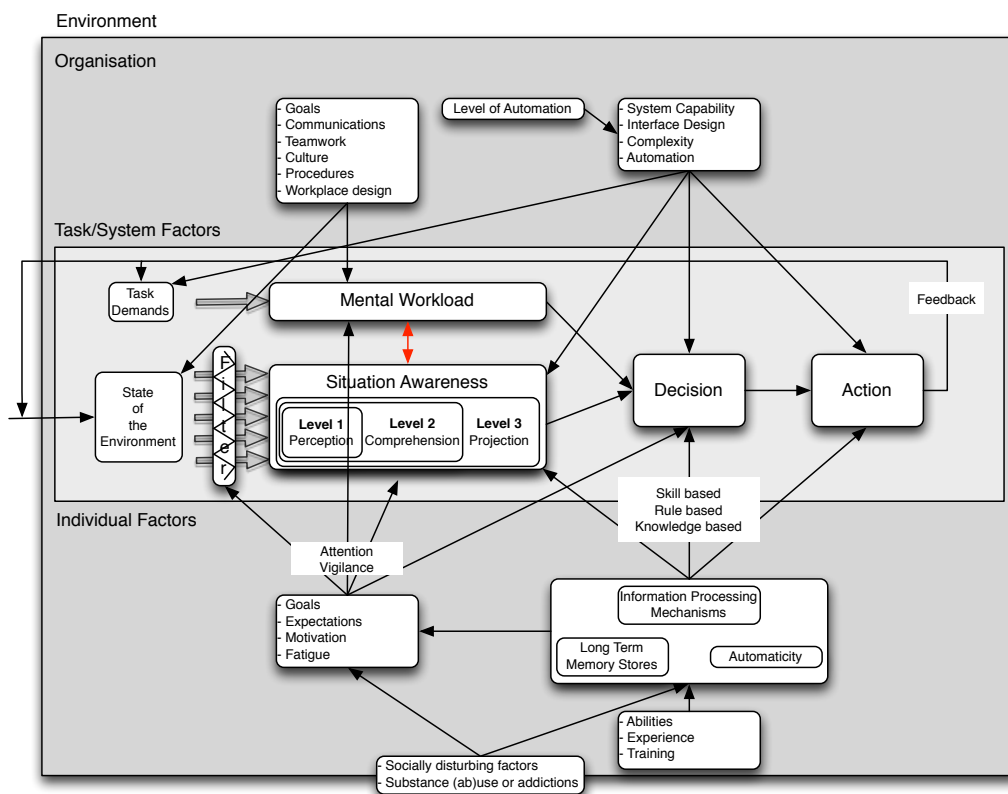
³ In deze rapportage worden voor de leesbaarheid alle functionarissen in de mannelijke vorm beschreven (zoals machinist, hij).

⁴ Onder andere: ProRail Regio Randstad Noord / VMJB, 24-Uurs rapportage Botsing trein - trein te Amsterdam Singelgracht d.d. 21 april 2012, Versie 2.0, 22-4-2012

2 Aanpak

Uit de eerste analyses van de Onderzoeksraad⁵ en ProRail⁶ is duidelijk geworden dat de trein 4058 (type SLT: sprinter van Amsterdam Centraal naar Uitgeest) ten onrechte een stop tonend sein (sein 494) is gepasseerd. Vandaar dat de vraagstelling zich concentreert op de machinist van deze trein. Als uitgangspunt is genomen dat sein 494 daadwerkelijk rood heeft getoond.

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden hanteren we het Situation Awareness (SA) model van Endsley⁷, dat door Intergo is uitgebreid, zodat met name de rol werkbelasting, informatieverwerking en attentie wordt verduidelijkt (zie figuur 1).



figuur 1 Uitgebreid model van Situation Awareness

Dit model dient als kader om het gedrag van de machinist te duiden.

⁵ Onderzoeksraad voor Veiligheid, Focus onderzoek Amsterdam Westerpark, 16 mei 2012

⁶ ProRail Regio Randstad Noord / VMJB, 24-Uurs rapportage Botsing trein - trein te Amsterdam Singelgracht d.d. 21 april 2012, Versie 2.0, 22-4-2012

⁷ Endsley heeft een psychologisch model voor situatiebewustzijn (situational awareness) ontwikkeld [Endsley, M.R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors 37(1), 32–64, 1995]. In de kern bestaat dit uit 3 niveaus: waarneming (perception), begrip (comprehension) van de huidige situatie en projectie (projection) naar de toekomstige situatie. Op basis hiervan worden beslissingen genomen en acties uitgevoerd. Een actie beïnvloedt de situatie: zie de terugkoppeling (feedback) in het model. Verder zijn er invloedsfactoren vanuit de organisatie, taak/systeem en individu beschreven. Intergo heeft het model uitgebreid met mentale werkbelasting (mental workload) om de wisselwerking met situatiebewustzijn aan te geven: een hoge werkbelasting laat minder ruimte om een goed situatiebewustzijn op te bouwen. Ook is de rol van attentie expliciet gemaakt, en zijn de niveaus van informatieverwerking aangegeven.

Bij de nadering van seinen wordt tevens het 7 stappenmodel voor seinwaarneming van Intergo gehanteerd (tabel 1)⁸.

tabel 1

7 stappenmodel voor seinwaarneming		
Stap	Begrip	Uitleg
1	Activatie	is de machinist alert
2	Verwachting	verwachting sein, seinbeeld en rijweg
3	Afleiding	is de machinist optimaal gefocust
4	Zichtbaarheid	is het sein te zien
5	Opvallendheid	valt het sein op in de omgeving
6	Identificatie	is de relatie sein - rijweg duidelijk
7	Interpretatie	is de betekenis van het seinbeeld helder

De Critical Incident Technique (CIT) is gebruikt om uit de reconstructies en verklaringen van betrokkenen (m.n. de machinist van de SLT) een tijdlijn met kritische human factors issues te maken. Vervolgens is met behulp van Human Factors Layer of Protection Analysis (HF-LOPA) een human factors analyse van het ongeval opgesteld. Hierin worden de achterliggende oorzaken geïdentificeerd en wordt de kwaliteit van de barrières geëvalueerd.

2.1

Documentatie

Bij de huidige analyse is gebruik gemaakt van:

- Reconstructies van rijwegen, snelheden (in tijd en plaats), seinbeelden, ATB-codes⁹, communicatie, omstandigheden, etc. voorafgaand aan het ongeval¹⁰.
- Beelden uit TOON¹¹: getoond door Arcadis op 7 juni 2012, en naderhand beschikbaar gesteld als printscreens.
- Bewerkingen op en analyses van de ARR¹²-gegevens uit de treinsystemen van zowel de SLT als de VIRM, beschikbaar gesteld via Arcadis.
- Verklaring van de SLT-machinist (zoals opgenomen door de Onderzoeksraad op 22 april 2012) en een aanvullend interview met de machinist op 26 juni 2012 door de Onderzoeksraad en Intergo.
- De reeds beschikbare ongevalsanalyses van de Inspectie Leefomgeving & Transport (IL&T) 24-uursrapportage [d.d. 22 april 2012], ProRail 24-uursrapportage [eindconcept d.d. 22 april 2012] en Arcadis feitenonderzoek [definitief d.d. 20 november 2012].
- Gegevens over gangbare (normale dienstregeling) rijwegen/seinbeelden voor beide treinen op dit traject, zoals verkregen door interviews met de machinist [d.d. 26 juni 2012] en met een treindienstleider [d.d. 26 juni 2012].
- Wegwijzers, OBE bladen¹³ en Google Maps (satellite weergave) van het traject Amsterdam Centraal – Amsterdam Sloterdijk.
- Videomateriaal van een reconstructierit door NS Reizigers met trein 4060 op 12 mei 2012.
- Tekeningen van de SLT-cabine met betrekking tot zicht (zie Bijlage 2 - Zichtlijnen vanuit SLT cabine).
- KNMI gegevens van weerstation Schiphol ten tijde van het ongeval.

⁸ Dit 7 stappenmodel geeft een specifieke invulling voor de kritische machinistentaak "waarneming van seinen". Intergo heeft dit model bij meerdere analyses van onterechte STS-passages toegepast.

⁹ ATB staat Automatische Treinbeïnvloeding. De werking wordt hier niet verder toegelicht, maar machinisten ontvangen codes (bel en lamp) over de toegestane snelheid.

¹⁰ Aangeleverd door Arcadis en Lucros (via Arcadis). Lucros heeft detailanalyses gemaakt. Arcadis en Lucros zijn door de Onderzoeksraad aangesteld om deze analyses te maken.

¹¹ TOON = applicatie waarin treinbewegingen en gebeurtenissen in de infrastructuur kunnen worden 'teruggespeeld'.

¹² ARR = Automatische Rit Registratie. Strikt genomen heet dit systeem bij de SLT-trein Teloc.

¹³ OBE = Overzicht Baan en Emplacement en geeft schematisch de functionaliteit weer van een baan en emplacementen.

3 Tijdlijn en critical incidents

De tijdlijn is opgebouwd door de gegevens uit TOON en de ARR te koppelen aan de verklaringen van de machinist. Het resultaat hiervan is een lange lijst van situaties. De CIT is hierop toegepast door de verschillende situaties te beoordelen met het model van Intergo. De aspecten van het model zijn als 'probe'²⁴ gebruikt. Dit leidde tot een reeks hypothesen en conclusies over het gedrag van de machinist. Het is belangrijk te bedenken dat het gedrag van de machinist niet volledig kan worden gereconstrueerd. Wel zijn zaken aannemelijk te maken op basis van menselijk gedrag en patronen in de tijdlijn. In een aanvullend interview [d.d. 26 juni 2012] zijn vragen gesteld over punten die nog onvoldoende helder waren.

Vervolgens is de tijdlijn 'verrijkt' met aanvullende analyses, berekeningen en schattingen. Deze waren bijvoorbeeld:

- De toestand van de machinist voor vertrek.
- Het zicht op andere treinen vóór, tijdens en na vertrek van het perron, inclusief schattingen van afstanden.
- Passerende andere treinen.
- Seinbeelden in nevenseinen.
- Tijdstippen waarop bijvoorbeeld getelefoneerd werd.

3.1 Bespreking critical incidents

In bijlage 1 is een chronologisch overzicht van gebeurtenissen opgenomen, verdeeld in een aantal tijdvakken. Per tijdvak is één of meer Critical Incidents (CI) geconstateerd dan wel verondersteld. We bespreken deze per tijdvak.

3.1.1 Toestand machinist en trein voor vertrek

Machinist

De machinist is een ruim ervaren (circa 10 jaar) machinist, die door zijn standplaats Hoorn zeer regelmatig het traject Amsterdam Centraal – Amsterdam Sloterdijk berijdt. De dag voor het ongeval heeft hij dit traject nog gereden, en de rit voorafgaand aan het ongeval betrof ook dit traject (in andere richting).

De machinist heeft 2 dagen voor het ongeval een rustdag gehad. De dag voor het ongeval betrof hetzelfde dienstnummer 102 – een late dienst – en de machinist geeft zelf aan de dag van het ongeval uitgerust en ontspannen te zijn begonnen. De rit van het ongeval was de tweede rit van de dienst. Er zijn geen aanwijzingen dat de machinist onder invloed van medicatie, drugs of alcohol zou zijn geweest. De machinist bevond zich tijdens de betreffende rit alleen in de cabine.

Een machinist krijgt voor elke dienst een dienstkaartje met daarin alle ritten voor die dienst. Elke rit is uitgeschreven als een lijst van zogenaamde dienstregelpunten met daarbij steeds de geplande tijd van passeren van die punten. De machinist had zijn dienstkaartje uitgeprint.

Trein

De trein was een Sprinter Light Train, afgekort SLT. De trein van deze cabine heeft een grote frontruit, maar geen zijruiten. Een afbeelding van een SLT staat in figuur 2.

²⁴ Op de tijdlijn worden punten of situaties van een incident bepaald. Vervolgens worden deze nader geanalyseerd met zogenaamde 'probes', een vaste set vragen. Zie bijvoorbeeld Flanagan, J.C. The critical incident technique. Psychological Bulletin, 51: 327-358, 1954.

Zicht

In verband met de waarneming van seinen is het zicht naar buiten cruciaal. Ook in het onderhavige onderzoek heeft seinwaarneming een rol gespeeld. De eerste analyse richt zich dan ook op de mogelijke rol van (plaatsing van) de ruiten. Zichtlijnen zijn gebonden aan voorschriften (UIC 651). De SLT voldoet hier aan, omdat de trein anders niet toegelaten zou zijn. Bijzonder ten opzichte van veel andere treinen is dat de machinist – door de botsconstructie van de trein – tamelijk ver van de voorruit zit. Bovendien zijn er geen zijruiten, maar dat is bij meer treinen het geval (zoals VIRM).



figuur 2 Een SLT. Op de frontruit is het wisvlak van de ruitenwissers te zien. NB: De trein in deze figuur is niet de trein die betrokken was bij de aanrijding.

De positie van de frontruit – die relatief ver naar voren ligt – zou de zichtlijnen naar de seinen kunnen beperken. De minimaal benodigde zichtlijnen volgens UIC 651 zijn gebaseerd op het kunnen waarnemen van een laag sein op 15 meter afstand en een hoog sein op 10 meter afstand (gerekend vanaf voorzijde buffers of koppeling). Als we deze zichtlijnen projecteren op de frontruit van de SLT – waarbij wordt uitgegaan van het zicht op ooghoogte voor de gemiddelde machinist in een SLT – dan blijkt dat dit overeenkomt met een zichtveld van 7 graden naar links en rechts.

De frontruit van SLT biedt een groter zichtveld dan door UIC als minimum wordt voorgeschreven (omdat de SLT in Nederland is toegelaten is dit niet verwonderlijk). Het maximale zicht op ooghoogte voor de gemiddelde machinist ligt in de orde van 25 graden naar links en rechts (zie ook Bijlage 2 - Zichtlijnen vanuit SLT cabine).

Het daadwerkelijk bruikbare zichtveld door de frontruit wordt bepaald door het wisvlak van de ruitenwissers (zie figuur 2). De exacte positie en afmetingen van het wisvlak zijn niet bekend. Op basis van de afbeelding wordt ingeschat dat het zicht op ooghoogte naar links/rechts in orde van 15 graden zal liggen. Dit vlak is dus veel groter dan vereist.

De frontruit was op het moment van het ongeval geheel schoon (Feitenonderzoek Arcadis).

De conclusie is dat het zichtveld door de frontruit geen nadelige gevolgen heeft gehad voor de seinwaarneming of voor het zicht op de sporen ten tijde van het ongeval.

Ten slotte volgt een beoordeling op de ontbrekende zijruiten. De zijruiten zijn niet vereist volgens de UIC voorschriften en voor het zien van seinen is de toegevoegde waarde van zijruiten gering. Vanaf de bestuurdersstoel is er geen directe zichtlijn door de zijruiten naar een hoog of een laag sein. Eventueel is een laag sein door de zijruit te zien als dit zich vlak voor de cabine in de dode hoek bevindt. De machinist zal dan moeten gaan staan.

3.1.2 1 - Situatie voor vertrek

Critical Incidents zijn:

Machinist heeft een duidelijke verwachting dat er een stop op "Singelgrachtbrug" is, en waarom die er is. Verwarrend dienstkaartje. Machinist heeft geen helder beeld over de exacte locatie van de stop.

De machinist was zich bewust van werkzaamheden bij station Sloterdijk, omdat deze via een informatiebulletin op de Railpocket waren gemeld. Het informatiebulletin vermeldt de consequenties voor reizigers m.b.t. de werkzaamheden (beperkt treinverkeer na 23.15 uur). De consequenties voor de machinist zijn te zien op het dienstkaartje. Op het dienstkaartjes van 21 april 2012 is een vertrektijd te zien die drie minuten later is dan normaal en dat er een stop gepland is bij Singelgracht Aansluiting (zie figuur 3).

Uit de verklaring van de machinist blijkt dat de machinist zich bewust was van een stop bij de Singelgrachtbrug. De machinist beseftte ook dat de geplande stop gevolg was van de werkzaamheden. In de rit lette de machinist op de seinbeeldopvolging¹⁵; de machinist had geen helder beeld over de exacte locatie van seinen en stop in de rijweg (interview machinist 26/6/12).

Het dienstkaartje (in figuur 3) geeft aan dat trein 4058 om 18:20 van Amsterdam Centraal gepland is te vertrekken (Asd V 18:20). Vervolgens staat 'dienstregelpunt' Sgbr aangegeven, de Singelgrachtbrug. De doorkomsttijd is 18:21. In werkelijkheid bedraagt de rijtijd net iets meer dan 2 minuten vanaf Amsterdam CS. Mogelijk is afronding de reden.

Vervolgens staat de stop te Sgra (Singelgracht Aansluiting) aangegeven op 18:22. Het verschil met de tijd van Sgbr is opmerkelijk omdat Sgra slechts 50-70 meter na de brug ligt¹⁶. De stoplocatie die hoort bij dienstregelpunt Sgra is sein 494, dat zich direct voor de Singelgrachtbrug bevindt.

Voor het feit dat een stop is aangegeven bij Sgra en niet bij Sgbr, geeft NSR de volgende toelichting¹⁷. Wanneer een trein moet stoppen i.v.m. een brugopening, staat de "A" op het dienstkaartje van "aankomst" bij Sgbr. Wanneer, zoals bij dit dienstkaartje, de trein moet stoppen i.v.m. een kruisende treinbeweging, staat de "A" bij Sgra.

Dit soort planmatige stops in de dienstregeling vóór spooransluitingen komt vaker voor. De situatie bij Singelgracht is wél een bijzondere; er zijn weinig combinaties van beweegbare bruggen met aansluitingen zoals Singelgracht en Moordrecht (bij Gouda). NSR geeft aan dat dit onderdeel is van de wegbekendheid van de machinist.

Vanuit de ergonomie en psychologie bezien bevat deze werkwijze de volgende inconsistenties:

- 1 Men gebruikt de locatie van de stop op het dienstkaartje om de reden van de geplande stop aan te geven. Het werkelijke stoppunt kan echter afwijken van de genoteerde locatie.
- 2 De tijden op het dienstkaartje zijn – mogelijk door afronding – niet in overeenstemming met rijafstanden. Het kaartje suggereert dat de geplande stop een minuut rijden ligt na de Singelgrachtbrug, terwijl dit in werkelijkheid een afstand van 70 meter is, hetgeen bij 40 km/u gelijk is aan 6 seconden. De rijtijd van CS naar Singelgrachtbrug is een minuut korter aangegeven dan vereist.
- 3 Het dienstkaartje suggereert dat de geplande stop bij Sgra een minuut rijden ligt ná de Singelgrachtbrug (Sgbr). De stoplocatie die bij dienstregelpunt Singelgracht Aansluiting hoort (sein 494), bevindt zich echter voor de Singelgrachtbrug.

Met name dit laatste punt is dermate verwarrend dat een effect op de veiligheid verwacht mag worden¹⁸. Het is echter onbekend in hoeverre deze verwarring in dit geval een rol heeft gespeeld.

¹⁵ Rijden op seinbeelden is normal gedrag.

¹⁶ Mail van NSR Safety, dd. 2 juli 2012

¹⁷ Mail van NSR Safety, dd. 2 juli 2012

¹⁸ Een stop bij een dienstregelpunt – anders dan een haltering bij een station – zou alleen gepland mogen worden indien dat dienstregelpunt voorzien is van een eigen sein.

za 21-apr-2012				4565	Kzd + 19:23	Sgbr - 22:46
16:39	00:11	07:32		140	Kbw + 19:26	Asd A 22:48
Soort	Trein	Van	Tot	Ekz V 16:54	Zd + 19:30	-----
	4565	Ekz	Asd	Bkf + 16:57	Hmta - 19:33	4580
	4058	Asd	Utg	Bkg A 17:00	Rdwa - 19:34	140
RGVT			Utg	Bkg V 17:01	Ass A 19:35	Asd V 23:08
*	4075	Utg	Asd	Hks + 17:05	Ass V 19:38	Sgbr - 23:10
			Asd	Hnk + 17:12	Obpa - 19:39	Sgra - 23:11
	2283	Asd	Gv	Hn A 17:16	Sgra - 19:40	Obpa - 23:12
	2272	Gv	Asd	Hn V 17:20	Sgbr - 19:41	Ass A 23:13
	4580	Asd	Ekz	Hna - 17:21	Asd A 19:43	Ass V 23:15
				Pmo - 17:30	-----	Rdwa - 23:16
				Pmr - 17:31	*	Hmta - 23:17
				Nhk - 17:32	Asd 19:43	Zd - 23:20
				Pmw - 17:33	Asd 20:42	Zdb - 23:22
				Zdk - 17:37	-----	Zdk - 23:23
				Zdb - 17:38	2283	Pmw - 23:27
				Zd - 17:40	140	Nhk - 23:28
				Hmta - 17:44	Asd V 20:42	Pmr - 23:29
				Rdwa - 17:47	Sgbr - 20:43	Whe - 23:29
				Ass + 17:50	Sgra - 20:44	Pmo - 23:30
				Obpa - 17:52	Obpa - 20:45	Hna - 23:39
				Sgra - 17:53	Ass + 20:48	Hn A 23:42
				Sgbr - 17:54	Hw - 20:52	Hn V 23:45
				Asd A 17:55	Spbr - 20:56	Hnk + 23:49
					Hlm A 20:58	Hks + 23:55
					Hlm V 20:59	Bkg A 23:59
					Had + 21:03	Bkg V 00:00
					Lis - 21:09	Bkf + 00:02
					Ledn A 21:18	Ekz A 00:06
					Ledn V 21:19	
					Vkbr - 21:21	
					Gvm - 21:25	
					Laa + 21:26	
					Gv A 21:30	

					2272	
					140	
					Gv V 22:00	
					Laa + 22:01	
					Gvm - 22:03	
					Vkbr - 22:08	
					Ledn A 22:11	
					Ledn V 22:13	
					Lis - 22:20	
					Had + 22:26	
					Hlm A 22:31	
					Hlm V 22:33	
					Spbr - 22:34	
					Hw - 22:38	
					Ass A 22:41	
					Ass V 22:42	
					Obpa - 22:44	
					Sgra - 22:45	

Deze printversie bevat GEEN IAM informatie.

Deze printversie kan afwijken van uw digitale dienstkaartje op de Railpocket.

figuur 3

Dienstkaartje van de machinist. Persoonlijke aantekeningen zijn verwijderd. De betreffende rit met trein 4058 naar Uitgeest (Utg) is omkaderd. Een V staat voor Vertrek, A voor Aankomst, + voor een stop en - voor doorkomst.

3.1.3

2 - Vertrekproces

Critical incident:

Vertrek en rijweg zijn naar verwachting en in overeenstemming met normaal patroon en aankomende stop.

Het vertrekproces is voor zover bekend normaal en zonder problemen verlopen: de trein is 20 seconden na geplande vertrektijd vertrokken.

3.1.4 3 - Vertrek

Critical incidents:

Normaal lijkend vertrek, rijweg en seinbeelden normaal.

Afleiding vanwege vermoeden van een gedoofd sluitsein¹⁹ neventrein.

De eerste twee seinen langs het perron (dwergseinen 102 en 94) toonden groen, hetgeen betekent dat er met gangbare snelheid gepasseerd kan worden en er niet direct een stop volgt. De machinist was zich ervan bewust dat door de geplande stop achter deze twee groene dwergseinen een geel sein zou volgen (interview 26/6/12).

Van het rechts naast gelegen perron 10a dat een eind voor het perron 7a van de SLT uitsteekt is dubbeldekker richting Schiphol (2673) inmiddels vertrokken. Doordat het spoor naar links buigt, komt de dubbeldekker visueel recht voor de SLT langs. De afstand tot de achterzijde van de dubbeldekker is bij het vertrek naar schatting 280 meter. De SLT rijdt vervolgens door wisselstraat en de machinist krijgt daarmee – recht vooruit – weer een rechte zichtlijn naar de dubbeldekker die dan de wisselstraat is gepasseerd. Op dat moment ziet de machinist dat één van de twee achterlichten (sluitseinen) van de dubbeldekker gedoofd is (interview machinist 26/6/12)²⁰.

3.1.5 4 - Nadering sein 606

Critical incidents:

Machinist reageert niet op ATB-gong van codeverhoging: machinist interpreteert dit als niet relevant.

Machinist is zich bewust van geel sein 606.

Circa 18.21.10: machinist kan sluitsein 2673 niet meer zien door gebouw en boog.

Bij het snelheidsbord '6' krijgt de machinist via een lamp en gong een ATB-codeverhoging tot 60 km/u. Dat is de start van dit tijdvak. Hij gaat volgens de ARR iets harder rijden maar dat is gering en kan ter handhaving van de snelheid zijn. De machinist reageert niet op de codeverhoging omdat immers richting een stop wordt gereden en omdat hij sein 606 (geel) al zag (interview 26/6/12).

Wanneer de SLT ongeveer ter hoogte van het snelheidsbord is, verdwijnt de staart van de dubbeldekker door de boog in het spoor achter een gebouw. Op dit moment is de machinist (zie het volgende tijdvak) nog niet zeker of hij een gedoofd sluitsein ziet. Er is op dit moment visuele afleiding van het waarnemen van de spoorbaan, maar ook de cognitieve belasting stijgt door deze extra taak naast de rijtaak.

3.1.6 5 - Voorbij sein 606

Critical incidents:

Afleiding vanwege GSM-R gebruik.

Mogelijk zicht op geel sein 498

Machinist is niet zeker van gedoofd sluitsein: kijkt dus met aandacht naar verdwijnende trein.

Circa 50 meter na het passeren van sein 606 krijgt de machinist een ATB-codeverlaging naar 40 km/u. Dat is vanuit de beveiliging een normale situatie, omdat sein 606 geel toont en het daarachter gelegen sein 494 op dat moment rood moet hebben getoond²¹.

Uit de zichtlijnenstudie (Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494) blijkt dat ongeveer op ditzelfde moment een zichtlijn ontstaat naar sein 498 (bestemd voor trein 2673, op het buitenste spoor), dat op

¹⁹ Er wordt bedoeld dat 1 van de 2 sluitseinen niet brandde.

²⁰ Het is Intergo onbekend of het sluitsein werkelijk gedoofd was.

²¹ De TOON beelden bevestigen dat sein 494 rood toont. Uit de VPT werkplekfiles van de treindienstleider Amsterdam-West blijkt dat om 18.16.00 een rijweg is ingesteld van spoor 7AW naar spoor SD. Deze rijweg eindigt bij sein 494 en daarna is geen vervolgrijweg meer ingesteld.

dat moment geel toont. De machinist heeft ongeveer 3 seconden zicht op dit gele sein, voordat het door trein 2673 wordt afgereden (rood seinbeeld). Deze zichtlijn is slecht van kwaliteit, beperkt door begroeiing naast de baan en staanders van portalen. Bovendien bevindt sein 498 zich op 560 meter afstand. Dit is het enige sein dat in de nadering van 494 geel heeft getoond. De discussie omtrent een mogelijke verwarring van de machinist tussen sein 494 en sein 498, is te lezen in paragraaf 3.1.7, onder het kopje 'Interpretatie'.

De machinist krijgt, zodra de SLT door de boog heen is, zicht op een recht stuk spoor. De dubbeldekker bevindt zich dan met de staart op circa 350 - 400 meter afstand, ongeveer aan het einde van dit rechte stuk spoor (reconstructie op basis van geschatte rijnsnelheden, treinlengte en TOON beelden). De machinist ziet nu bevestigd (interview machinist 26/6/12) dat de dubbeldekker inderdaad een gedoofd sluitsein heeft en besluit hierover een oproep te plaatsen. De machinist probeert de conducteur van de dubbeldekker te bereiken via de machinist (interview machinist 26/6/12) en gebruikt hiervoor de knop Onderling Verkeer op het GSM-R toestel van de trein (18:21:42 uur²²), gevolgd door een gesproken bericht betreffende het gedoofde sluitsein.

Een OV oproep per GSM-R wordt op de volgende wijze uitgestuurd (figuur 4):

- 1 Machinist kijkt naar de linkerzijde van zijn stuurtafel naar de GSM-R en bedient de drukknop OV
- 2 Machinist neemt geheel links op de stuurtafel de hoorn van houder af
- 3 Na het drukken van de knop OV op de GSM-R toont het scherm op de GSM-R de volgende tekst : "verbinding maken OV".
- 4 Afhankelijk van de snelheid waarmee deze verbinding tot stand komt verschijnt na 2 tot 5 seconden de tekst op het scherm van de GSM-R: "spreeksleutel bedienen".
- 5 Machinist controleert of tekst "spreeksleutel bedienen" getoond wordt, drukt spreeksleutel aan de binnenzijde van de hoorn in en spreekt boodschap uit.



figuur 4 Plaatsing van de GSM-R apparatuur in de stuurtafel.

In dit tijdvak en het volgende (stap 6) volgen er reacties van ten minste 2 andere machinisten op de Onderling Verkeer oproep²³. De machinist van trein 4058 heeft verklaard deze reacties wel te hebben

²² GSM-R gegevens ProRail. Document 20128014 Alarmoproepen 21 April_V3 correcte tijd.docx.

²³ De loggings van GSM-R geven nog 3 maal Onderling Verkeer activiteit aan: om 18:21:52, 18:21:58 en 18:22:02. De machinist heeft verklaard reactie van 2 machinisten te hebben ontvangen. De loggings laten niet toe dat een bepaalde GSM-R activiteit

gehoord, maar hierop niet te hebben gereageerd.

Het gebruik van GSM-R over een onregelmatigheid is volgens de handboeken weliswaar toegestaan²⁴, maar het kan leiden tot afleiding. Het melden van het gedoofde sluitsein doet namelijk een beroep op verschillende menselijke verwerkingsbronnen. Een model om dit te analyseren is het VACP-model, een eenvoudiger variant van het Multiple Resource Model van Wickens (zie Bijlage 3 - Model werkbelasting). Het VACP model²⁵ onderscheidt vier componenten, of verwerkingsbronnen, namelijk visueel, auditief, cognitief en psychomotorisch. Iedere door een persoon uitgevoerde taak, kan worden opgedeeld in deze vier componenten. De taak van het constateren en melden van een gedoofd sluitsein legt beslag op alle verwerkingsbronnen van de machinist:

Visueel	De machinist kijkt meerdere malen in de verte naar het sluitsein. Hij heeft verklaard meermalen bevestiging van zijn waarneming te hebben gezocht. Omdat de machinist niet zeker is van zijn waarneming en de dubbeldekker 2673 een eind weg rijdt, mogen we aannemen dat de machinist met inspanning heeft gekeken. Ook kijkt de machinist enkele keren op het GSM-R toestel (links op de stuurtafel) omdat hij op de knop Onderling Verkeer drukt. Het visuele systeem is in elk geval in deze perioden bezet en niet beschikbaar voor het zoeken naar het eigen sein.
Auditief	De machinist spreekt zelf gedurende onbekende tijd of luistert naar het tot stand komen van de verbinding en de binnenkomende reacties. Dat kan afleiden van auditieve signalen in de cabine. Er is geen reden aan te nemen dat die signalen, bijvoorbeeld een ATB signaal, er op dit gedeelte van de rit waren.
Cognitief	De machinist bedenkt hoe hij het bericht zal formuleren, volgt het tot stand komen van de verbinding en heeft capaciteit nodig bij het luisteren naar de reacties. De belasting zal hierdoor niet hoog zijn. Het is wel een extern verlopend proces dat voortdurend 'input' geeft of vraagt, en waarbij op geen enkele manier rekening wordt gehouden dat de machinist bezig is met het naderen van een mogelijk rood sein.
Psycho- motorisch	Relevant voor het rijden van een trein is het richten van de ogen. Het wisselen van richting en accommodatie van de ogen van binnen naar buiten en omgekeerd, vergt steeds ongeveer anderhalve seconde ²⁶ . Van invloed is verder het praten via de GSM-R: er zijn aanwijzingen dat converseren verstorend werkt op de visuele waarneming ²⁷ . Het indrukken van de knop Onderling Verkeer, het oppakken van de hoorn en het bedienen van de spreekleutel (de spreekknop in de hoorn) leggen ook beslag op de psychomotorische capaciteiten van de machinist.

aan een bepaalde trein worden gekoppeld.

²⁴ Het Handboek Machinist (versie juni 2011, en versie 1 mei 2012) zegt hierover: U mag GSM-R alleen gebruiken voor dienstmededelingen en bij onregelmatigheden. Over Storingen en Onregelmatigheden staat er geen specifieke richtlijn voor ander materieel, behalve het contact opnemen met de chef van de trein. Overigens staan voor de GSM-R niet de beperkingen genoemd die gelden voor gebruik van de GSM, namelijk (4.6.5) dat die niet is toegestaan bij snelheden tot 40 km/u en/of bij een geel cabinesein in de ATB. In versie 1 mei 2012 van dit Handboek staat: U meldt mogelijk onveilige situaties die de veilige treinenloop niet verstoren, bij de Veiligheidscentrale.

²⁵ Keller, J. (2002). Human performance modeling for discrete-event simulation: Workload. In Yücesan, E, Chen, C.-H., Snowdon, J. L., & Charnes, J. M. (eds). Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference

²⁶ Ingre M, Kecklund G, Akerstedt T, Kecklund L. (2004), Variation in sleepiness during early morning shifts: a mixed model approach to an experimental field study of train drivers, Chronobiol Int. 2004;21(6):973-90. Pagina 794-795.

²⁷ In het kader van effecten van mobiel telefoneren is hier veel onderzoek naar verricht. Effecten zijn een tragere reactietijd en een hogere mentale belasting. Zo leidt het voeren van een gesprek af van de visuele monitoring taak. Er is experimenteel bewijs [McCarley, J.S., Vais, M.J., Pringle, H., Kramer, A.F., Irwin, D.E. en Strayer, D.L. Conversation disrupts change detection in complex traffic scenes. Human Factors, Vol. 36, No. 3, Fall 2004, p. 424-436.] dat conversatie het gericht zoeken naar veranderingen in een complexe verkeersscène hindert.

Conclusie: de beslissing van de machinist om een oproep uit te zenden betreffende het gedoofde sluitsein leidde tot een taak naast de rijtaak, die een extra beslag legde op de capaciteiten van de machinist.

3.1.7

6 - Nadering sein 494

Critical incidents:

Het kijken naar een sluitsein en beluisteren van GSM-R als extra taken

Sein 494 niet optimaal opvallend

(Onterechte) interpretatie van sein 494 als geel.

Met behulp van het stappenmodel voor seinwaarneming (beschreven in paragraaf 2) zijn de volgende hypothesen opgesteld met betrekking tot een foutieve seinwaarneming. De stappen die relevant zijn voor de waarneming van sein 494, worden in tekst onder tabel 2 toegelicht.

tabel 2 Stappenmodel voor seinwaarneming bij de nadering van sein 494.

Stap	Begrip	Uitleg	Toelichting
1	Activatie	Is de machinist alert	Machinist is bezig met rijtaak en daarnaast met neventaken.
2	Verwachting	Verwachting sein, seinbeeld en rijweg	De machinist verwacht een stop bij het volgende sein, maar heeft geen helder beeld over de exacte locatie van de stop (zie paragraaf 3.1.2).
3	Afleiding	Is de machinist optimaal gefocust	De machinist is bij nadering van sein 494 bezig met het gedoofde sluitsein. Zie tijdpad: stap 5 – voorbij sein 606 (paragraaf 3.1.6)
4	Zichtbaarheid	Is het sein te zien	Sein 494 is zichtbaar.
5	Opvallendheid	Valt het sein op in de omgeving	Sein 494 is niet optimaal opvallend.
6	Identificatie	Is de relatie sein - rijweg duidelijk	De relatie tussen sein en rijweg wordt door plaatsing van het seinportaal in een boog bemoeilijkt, maar lijkt in dit geval niet relevant.
7	Interpretatie	Is de betekenis van het seinbeeld helder	Het geven van betekenis aan het seinbeeld kan een rol spelen bij het passeren van stoptonend sein 494.

Afleiding: Het kijken naar een sluitsein en beluisteren van GSM-R als extra taken

De visuele afleiding door het kijken naar de dubbeldekker heeft mogelijk op drie momenten een rol gespeeld:

- In de nadering naar de boog voor sein 494 heeft de machinist naar het sluitsein gekeken, dat vervolgens uit zicht verdween (zie Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494). De machinist begon te twijfelen.
- Vlak voor sein 494, na die boog, op circa 150 meter afstand, heeft de machinist naar de dubbeldekker die over de brug ging gekeken.
- Terwijl de machinist de dubbeldekker nogmaals zag en zijn vermoeden bevestigd zag, reed hij de brug op en dus langs sein 494 (interview 26/6/12).

Uit de GSM-R gegevens van ProRail blijkt dat er in dit tijdvak twee keer onderling verkeer activiteit is geweest. Hoewel aard en omvang van de activiteit niet te achterhalen zijn, heeft deze activiteit een directe relatie met de onderling verkeer oproep door de machinist. Dit betekent een extra perceptuele, maar ook cognitieve en psychomotorische belasting, die niet gericht is op de rijtaak.

Zichtbaarheid en opvallendheid: Sein 494 is zichtbaar, maar niet optimaal opvallend

Sein 494 is door de boog niet optimaal opvallend, blijkt uit video-opnames van een reconstructie-rit (zie Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494).

ProRail stelt eisen aan de plaatsing (ProRail ontwerpvoorschrift ,OVS69133-1-v001) en richting (ISV60301-2 en ISV60302-2) van seinen. In het OVS69133 staan eisen aan zichtbaarheid, herkenbaarheid en opvallendheid. Onze beoordeling op de eisen (OVS69133) is als volgt²⁸:

1 Zichtbaarheidseisen

o Zichtbaarheidsafstand

De zichtbaarheidsafstandseis voor seinen tot een snelheid van 80 km/u is 200 meter. Het sein is echter eerder zichtbaar, op circa 400 meter. De zichtbaarheid kan wel veel minder zijn door een tegentrein op het nevenspoor. Het sein wordt dan zichtbaar op 150 meter. Er was echter geen tegentrein toen de SLT sein 494 naderde.

o Continue zichtbaarheid

Over een afstand van 280 meter zijn er geen obstakels zichtbaar op de reconstructievideo.

o Plaatsing [...] in bogen

Voor bogen met een boogstraal van minder dan 900 meter worden lenzen met een grotere openingshoek gemonteerd. De boogstraal bij sein 494 lijkt kleiner te zijn dan 900 meter, circa 500 meter (schatting 1: 1000 tekening). Sein 494 is uitgerust met een zogenaamde spreidlenzen²⁹.

2 Herkenbaarheidseisen

Het voorschrift specificeert hier de vereiste kleuren in een sein. Helderheidsverschillen kunnen in principe als kleurverschillen worden waargenomen. Hoewel op de videobeelden het naastliggende sein helderder toont dan sein 494, is niet te zien dat de helderheidsverschillen leiden tot een andere kleurwaarneming. Daarnaast geeft ook de plaats van het rode licht in het seinhuis redundante informatie. Het bevindt zich namelijk altijd onderin (bij spoorseinen is rood en groen verwisseld ten opzichte van verkeerslichten).

3 Opvallendheidseisen

Een goede, maximale opvallendheid kan ervoor zorgen dat een sein opgemerkt wordt, ook als de ogen van de machinist op iets anders gericht zijn. Wel wordt verondersteld dat de machinist een sein ook actief zoekt met behulp van de wegbekendheid. Het voorschrift beschrijft opvallendheid als volgt: "De opvallendheid wordt bepaald door de optische eigenschappen van het sein in relatie tot zijn omgeving. Belangrijk voor de opvallendheid is dat het sein de juiste hoeveelheid licht uitstraalt." De juiste hoeveelheid licht wordt uitgesplitst naar 5 beoordelingsaspecten: Intensiteit en instelling van seinen, type sein, dimbaarheid en omgevingslicht.

o De intensiteit en instelling van sein 494 voldoen volgens opgave van ProRail aan de eisen³⁰. Op de video van de nadering naar het sein blijkt dat de helderheid op circa 200 meter (vóór de boog) veel kleiner is dan na de boog op circa 150 meter (wanneer men het sein recht van voren nadert). Ook is een duidelijk verschil in helderheid met het naastliggende sein 492 waarneembaar³¹. Door deze twee eigenschappen kan de opvallendheid van sein 494 – in relatie met zijn omgeving – negatief beïnvloed worden.

o Er zijn geen bijzonderheden bekend met betrekking tot type sein en dimbaarheid van het sein.

o Met betrekking tot omgevingslicht stelt het voorschrift dat omgevingslicht het waarnemen van een sein niet mag bemoeilijken. De zon stond onder een hoek van 21 graden boven de horizon. Dat betekent dat de zon boven de rand van de frontruit zat, deze loopt vanuit een machinist

²⁸ Intergo heeft geen volledig en/of technisch onderzoek uitgevoerd; meetgegevens van de seinen zijn uitgevraagd maar waren niet beschikbaar.

²⁹ Volgens opgave van ProRail in het inzage commentaar.

³⁰ Volgens het inzage commentaar van ProRail is het sein nagemeten op de zondag na het ongeval. Hieruit is gebleken dat het sein voldeed aan de voorschriften wat betreft vermogen dat via de kabels naar de lamp werd geleid en dat de kabels en de lamp in orde waren. Tevens was de lamp schoon en goed gericht.

³¹ De gevoeligheid van een videolens is weliswaar niet gelijk aan het menselijk oog, maar dit is een systematische fout: alle seinwaarnemingen op video hebben hiermee te maken.

onder gemiddeld 17 graden. Ook stond de zon vrijwel exact in het westen; dat punt viel achter de linkerrand van de frontruit. Mogelijk werden wolken – die achter het sein te zien waren – fel aangeschenen. Uit gegevens - per uur bepaald - van het KNMI blijkt:

- Tot 18.00 uur was op Schiphol het hele uur zonnig, tot 19.00 slechts 12 minuten. De hoeveelheid zon in Amsterdam en bij sein 494 om 18.22 is niet bekend.
- Er was vanaf het uur 16.00 – 17.00 vrijwel geen bewolking op Schiphol, van Amsterdam zelf zijn geen metingen gevonden. In het uur daarna (dus tot aan 18.00 uur) was het flink bewolkt. maar nog wel zonnig. In het uur van 18.00 tot 19.00 was het flink bewolkt en scheen de zon 12 minuten.
- Samenvattend trok de lucht vanaf 17.00 dicht, en werd vanaf 18.00 uur de zonneschijn veel minder. Er kan dus sprake zijn geweest van fel aangelichte wolken maar beslist niet van directe verblinding door de zon.

Uit voorgaande analyse blijkt dat sein 494 op 200 m ongehinderd zichtbaar is (conform zichtbaarheidsafstandeis), maar dat de opvallendheid tot een afstand van 150-170 meter niet optimaal is. Vanaf 150-170 meter (na de boog tot aan het sein) is de opvallendheid goed, maar is ook een goed zicht op trein 2673 ontstaan (zie 'Afleiding').

Identificatie: Wordt bemoeilijkt door plaatsing in boog, maar lijkt niet relevant

Vanwege plaatsing in een boog wordt identificatie van sein 494 bemoeilijkt (een machinist lost dit in de praktijk op door het tellen van sporen en seinen). Echter, de identificatie van het sein 494 lijkt in dit geval geen relevant probleem te zijn geweest. De machinist zegt dat hij dagelijks over dit traject rijdt en dat verwarring met een ander sein niet mogelijk was (interview machinist 26/6/12).

Interpretatie

Belangrijkste vraagstuk bij interpretatie van sein 494 is de contradictie tussen de verklaring van de machinist en de technische gegevens. De machinist verklaart in het tweede interview (26/6/12) stellig dat hij sein 494 geel heeft gezien. De technische gegevens duiden er echter op dat alle seinen in het portaal van sein 494 rood toonden (zie Feitenonderzoek Arcadis en aanvullende mail van Arcadis dd. 3 juli 2012).

Er zijn verschillende **hypothesen** voor een (onterechte) interpretatie van sein 494 als geel:

- 1 De machinist heeft naar het goede sein gekeken en het seinbeeld was werkelijk geel (onveilig falen van de beveiliging).
Aan deze mogelijkheid besteden we hier geen aandacht, omdat uitgangspunt voor dit rapport is geweest dat sein 494 stoptonend was (zie Hoofdstuk 1).
- 2 De machinist heeft een ander sein aangezien voor 494 en daarin geel waargenomen.
Dit zou alleen sein 498 kunnen betreffen dat trein 2673 enige tijd eerder passeerde, omdat alle andere seinen van het seinportaal al langere tijd rood toonden (zie Feitenonderzoek Arcadis en aanvullende mail van Arcadis dd. 3 juli 2012). Sein 498 is voor trein 4058 al vroeg zichtbaar (seinbeeld geel gedurende 3 seconden), het zicht op het sein is dan nog slecht van kwaliteit: de afstand is groot (circa 500 meter afstand) en wordt onderbroken door begroeiing en staanders van portalen. Het is dus mogelijk dat de machinist op grote afstand het seinbeeld geel (in sein 498) kort heeft waargenomen. Uit Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494 blijkt dat wanneer er een ononderbroken zichtlijn naar sein 498 ontstaat, sein 498 reeds 7 seconden was afgevalen. Tevens zegt de machinist in de verklaring van 26 juni 2012 dat een verwarring met sein 498 niet mogelijk was, omdat de machinist dagelijks over dit traject rijdt.
- 3 De machinist heeft naar het goede sein gekeken en het rode seinbeeld als geel waargenomen.
In het seinportaal zijn (op video) helderheidsverschillen waar te nemen tussen de seinen. Een grote helderheid van een rood sein kan mogelijk als geel of wit worden waargenomen. In dit geval was echter sein 494 minder helder dan het naastliggende sein 492. Het is daarmee onwaarschijnlijk dat sein 494 als geel of wit wordt waargenomen. Bovendien geeft ook de plaats van het rode licht in het

seinhuis redundante informatie. Het bevindt zich namelijk altijd onderin (bij spoorseinen is rood en groen verwisseld ten opzichte van verkeerslichten).

- 4 De machinist heeft sein 494 niet bewust waargenomen (en herinnert zich het seinbeeld anders). Deze hypothese betekent dat de machinist zich het seinbeeld herinnert terwijl de machinist zich niet bewust was van het passeren van het sein, en dat de machinist zich het seinbeeld anders herinnert (geel in plaats van rood). Deze verklaring is zeer wel mogelijk en wordt door de volgende psychologische mechanismen ondersteund:
- *Cognitive lock-up*: Het volledig opgaan in een taak terwijl een andere taak op dat moment een hogere prioriteit zou moeten hebben, wordt ook wel 'cognitive lockup' genoemd. Cognitive lockup wordt omschreven als een fixatie op een subtaak zonder daarbij de ontwikkeling van de situatie of taak als geheel te bezien. Het kijken naar het gedoofde sluitsein van trein 2673 kan gezien worden als fixatie op een subtaak die prioriteit heeft gekregen boven de hoofdtaak (de rijtaak). Ook het gebruik van GSM-R kan gezien worden als subtaak. In Bijlage 5 - Cognitive lock-up staat een psychologische beschouwing op dit fenomeen.
 - *Inattentive blindness*: Uit de literatuur is bekend dat afleiding door bellen het identificeren van objecten in de omgeving bemoeilijkt, en er zijn aanwijzingen dat ook het geheugen beïnvloed wordt (zelfs wanneer naar een object gekeken is, kan het slechter onthouden worden)³². Wanneer de machinist gebeld heeft op het moment dat eigenlijk de aandacht bij sein 494 moest zijn, kan inattentive blindness een rol hebben gespeeld. Voornoemde cognitive lockup kan gezien worden als veroorzaker van inattentive blindness.
 - *False memories*: Afleiding heeft een effect op het optreden van 'false memories' (herinneringen aan gebeurtenissen of details daarvan, die niet hebben plaatsgevonden)³³. In het geval van de machinist van trein 4058 kan dit betekenen dat de machinist terugvalt op een 'schema' dat past bij de situatie³⁴. Gemiste informatie wordt dan passend gemaakt met andere waarnemingen die in de situatie zijn gedaan. In dit geval is er na de STS-passage een ATB-codeverhoging gekomen (zie 3.1.8) die de machinist de overtuiging heeft gegeven dat het sein achter hem (sein 494) logischerwijs verbeterd was van geel naar groen. De missende informatie over sein 494 (vanwege het niet bewust waarnemen) wordt dan ingevuld met de herinnering aan een geel sein ten tijde van passeren van sein 494. Ook kan het kortdurende zicht op het gele seinbeeld van sein 498 (hypothese 2) gebruikt zijn om de missende informatie in te vullen.

3.1.8

7 - Passage Singelgrachtbrug

Critical incidents:

Onterechte STS passage

Sterke visuele afleiding

Code 60 achter sein 494 bevestigt het idee van aanwezigheid van doorgaande rijweg achter sein 494.

Onterechte STS passage

Sterke visuele afleiding

Dit tijdvak ligt na de STS passage en valt strikt genomen dus niet onder de vraag die aan Intergo is gesteld. Maar de gegevens uit de verklaring zijn een bevestiging van een proces dat voor de STS passage speelde: het ingespannen kijken naar het sluitsein van trein 2673.

³² Smith, S.T. et al. Effects of cell-phone and text-message distractions on true and false recognition. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (6), 351-358, 2011.

³³ Strayer, D.L. & Drews, F.A. Cell-phone-induced driver distraction. *Current Directions in Psychological Science*, 16 (3): 128-131, 2007

³⁴ Hoewel visuele situaties in het algemeen goed onthouden worden, blijkt uit literatuur dat wanneer er gaten in het geheugen zijn, men toevlucht neemt tot schema's. Dit leidt tot stereotypische geheugenfouten: men herinnert zich zaken zoals ze horen te zijn. Bronnen: Kleider, H.M. et al. Schema-driven source misattribution errors: remembering the expected from a witnessed event. *Applied Cognitive Psychology*, 22: 1-20, 2008. Wagenaar, W.A. & Crombag, H. *The popular policeman and other cases: Psychological perspectives on legal evidence*. Amsterdam University Press, Amsterdam 2005.

Code 60 achter sein 494 bevestigt aanwezigheid van doorgaande rijweg achter sein 494.

De machinist probeert in zijn verklaring te reconstrueren welke seinen er waren. De ATB code 60 achter sein 494 (24 seconden later) was voor de machinist een bevestiging dat inmiddels de minuut van stop voorbij zou zijn omdat hij rustig gereden had (interview machinist 26/6/12). De machinist geeft aan graag energiezuinig te rijden en rijdt liever langzaam door dan stil te staan. De codeverbetering naar 60 km/u is daarbij een referentiepunt en wordt door de machinist beschouwd als een bevestiging dat sein 494 geel toonde en dat er nog een sein aanwezig zou zijn geweest (deze ATB-codeverbetering kan een *false memory* aan een geel sein 494 – zie 3.1.7 – ondersteund hebben).

4 Barrière-analyse (HF-LOPA)

In paragraaf 3.1 zijn de kritische incidenten van het ongeval benoemd. In deze paragraaf worden de kritische incidenten met behulp van Human Factors Layer of Protection Analysis (HF-LOPA) geanalyseerd. Hierbij worden achterliggende oorzaken geïdentificeerd en kwaliteit van barrières geëvalueerd.

In een HF-LOPA wordt een scenario onderzocht. De start van het scenario is het *initiating event*, zonder het initiating event, kan het ongeval (de *consequence*) niet plaatsvinden. Tussen de *initiating events* en de *consequence* kunnen *intermediate events* aanwezig zijn. Verder worden *enabling conditions* onderscheiden; deze zijn nodig om het scenario mogelijk te maken. Ze veroorzaken echter niet direct het scenario³⁵. Hierna worden barrières in het scenario geïdentificeerd, deze kunnen de *consequence* voorkomen of het effect ervan beperken. Ten slotte wordt de kwaliteit van de barrières beoordeeld.

Het human factors scenario voor het ongeval Westerpark (i.c. de onterechte STS-passage) bestaat uit de kritische incidenten uit paragraaf 3.1. Enkele van deze kritische incidenten zijn in het scenario weggelaten, omdat ze beschrijvend van aard zijn, en geen actieve rol in het scenario spelen. In het scenario wordt behalve een tijdvolgorde ook de (vermoedelijke) causaliteit aangegeven.

In volgorde bestaat het scenario uit (een uitgebreidere beschrijving staat in paragraaf 3.1):

- *Situatie voor vertrek*
Het dienstkaartje geeft een stop bij dienstregelpunt Singelgracht Aansluiting, voorbij dienstregelpunt Singelgrachtbrug, waardoor mogelijk een onduidelijke verwachting omtrent de exacte stoplocatie ontstaat.
- *Tijdens vertrek*
Normaal lijkend vertrek, rijweg en seinbeelden normaal. Machinist denkt een gedoofd sluitsein te zien van trein 2673.
- *Voorbij sein 606*
Gebruik van GSM-R over een gedoofd sluitsein als neventaak. Visueel, auditief, cognitief, motorisch concurrerend met de primaire taak 'rijden op de seinen'. Machinist is niet zeker van een gedoofd sluitsein: kijkt dus met aandacht naar verdwijnende trein.
- *Nadering sein 494*
De machinist heeft sein 494 niet bewust waargenomen (en herinnert zich het seinbeeld anders). Afleiding vanwege het kijken naar het gedoofde sluitsein van trein 2673 en het beluisteren van GSM-R spelen hierbij een grote rol. Tevens speelt de onduidelijke verwachting over de stoplocatie mogelijk een rol.
- *Passage Singelgracht*
Stoptonend sein 494 is onterecht gepasseerd.

Als *enabling events* zijn geïdentificeerd:

- *Situatie voor vertrek*
 - Een niet-reguliere stop bij sein 494. In de gangbare situatie zonder buitendienststelling is hier een doorgaande rijweg, waarbij sein 494 niet stoptonend is³⁶.
 - Het dienstkaartje geeft een stop bij dienstregelpunt Singelgracht Aansluiting, na dienstregelpunt Singelgrachtbrug (in tijd en plaats). De stoplocatie die bij dienstregelpunt Singelgracht

³⁵ Baybutt, P. Layers of Protection Analysis for Human Factors (LOPA-HF). Process Safety Progress, 21(2), 119-129, 2002.

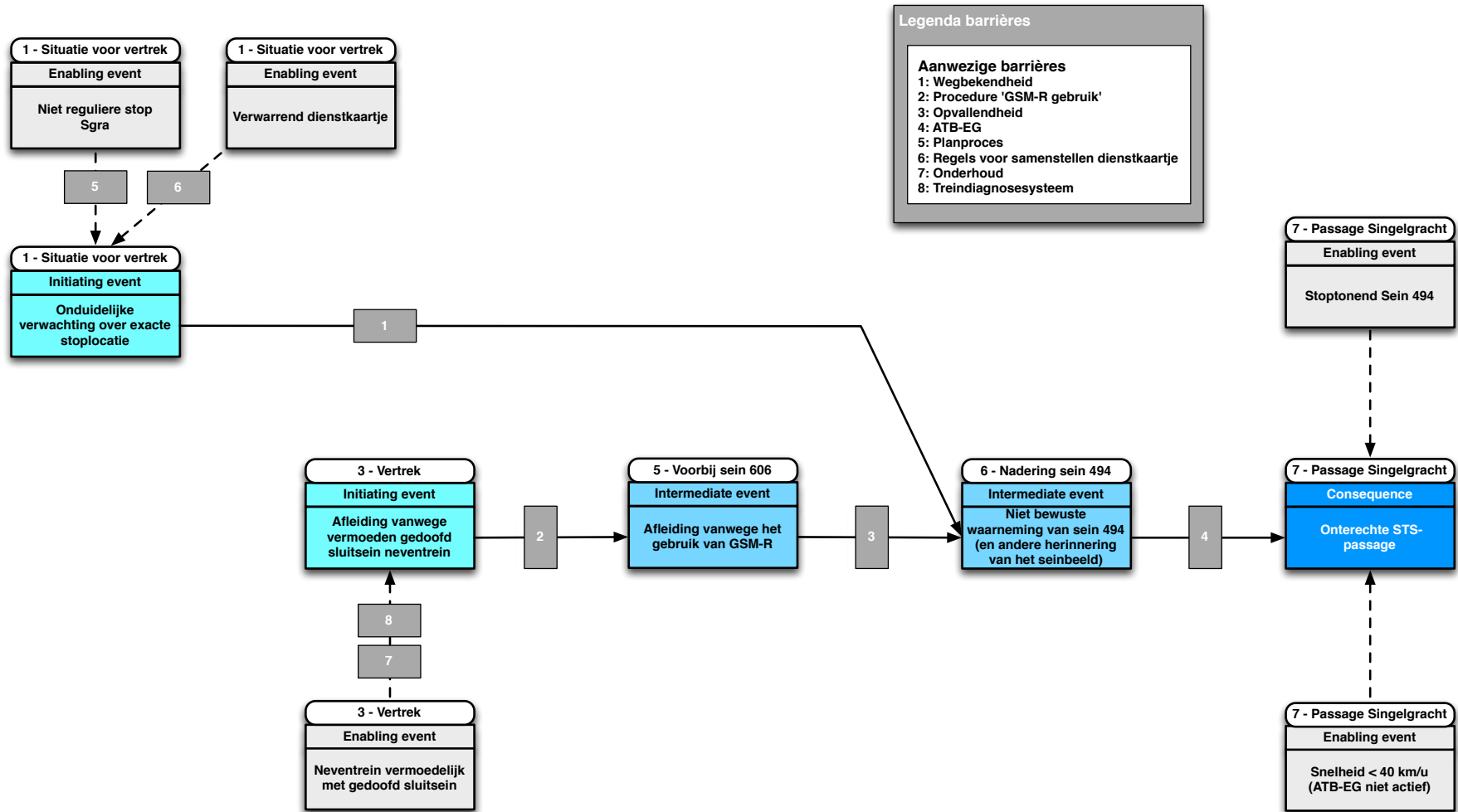
³⁶ Bron: interview met machinist d.d. 26/6/12 en interview met treindienstleider d.d. 26/6/12.

Aansluitsluiting hoort (sein 494), bevindt zich echter voor de Singelgrachtbrug.

- *Tijdens vertrek*
Dubbeldekker 2673 die net voor SLT 4058 vertrekt en waarvan de machinist van SLT 4058 vermoedt dat deze een gedoofd sluitsein heeft.
- *Passage Singelgracht*
 - Snelheid is lager dan 40 km/u, waardoor ATB-EG niet actief is: er volgt dus geen waarschuwing of ingreep bij (naderende) onterechte passage van een stoptonend sein.
 - Sein 494 is stoptonend (vanwege de buitendienststelling bij Sloterdijk).

In figuur 5 is de grafische weergave van de HF-LOPA voor ongeval Westerpark te zien. In deze figuur zijn de initiating events, enabling events, intermediate events en de consequence weergegeven. Tevens zijn de geïdentificeerde barrières te zien (genummerde grijze blokjes). Deze worden toegelicht in tabel 3.

Bij de onterechte passage van STS 494 (en de daarbij behorende enabling events) zijn geen werkzame barrières benoemd. Bij een snelheid van minder van 40 km/u bestaat er geen waarschuwing bij 'trein naar rood', tevens vindt er geen ingreep plaats op alle locaties waar alleen ATB-EG actief is. Er zijn treinbeveiligingsystemen (ATB-VV, ATB-NG, ETCS) die dan wel ingrijpen, maar deze waren niet geïnstalleerd bij sein 494.



figuur 5 HF-LOPA Ongeval Westerpark.

tabel 3

Omschrijving en beoordeling van aanwezige barrières (de nummers verwijzen naar de barrières in figuur 5).

Nr.	Omschrijving barrière	Aard	Toelichting	Faalmechanisme bij ongeval Westerpark
1	<u>Wegbekendheid</u> Door wegbekendheid weet de machinist de lokale bijzonderheden van infra en dienstregeling.	Procedureel	Niet beoordeeld (buiten scope)	
2	<u>Procedure 'GSM-R gebruik'</u> Volgens deze procedure mag GSM-R alleen gebruikt worden voor dienstmededelingen en bij onregelmatigheden ³⁷ .	Procedureel	Het is niet duidelijk omschreven of GSM-R gebruik voor het melden van een gedoofd sluitsein toegestaan dan wel verstandig is. Er is geen advies gegeven over het gebruik van GSM-R bij rijden < 40 km/u.	GSM-R gebruik heeft waarschijnlijk geleid tot afleiding van de machinist.
3	<u>Opvallendheid</u> De opvallendheid wordt bepaald door de optische eigenschappen van het sein in relatie tot zijn omgeving. Opvallendheid van een sein zorgt dat de attentie van een machinist ook in complexe omstandigheden naar het sein wordt geleid.	Technisch	De opvallendheid van seinen is onvoldoende gespecificeerd in Ontwerpvoorschriften ³⁸ (met name de relatie tot de omgeving).	Sein 494 is niet optimaal opvallend.
4	<u>ATB-EG</u> ATB-EG zorgt ervoor dat een machinist na een geel sein met beperkte snelheid rijdt naar het rode sein dat volgt. ATB-EG is het treinbeïnvloedings-systeem dat aanwezig is op het grootste deel van het Nederlandse spoor.	Technisch	ATB-EG beperkt de snelheid waarmee een trein op een rood sein afrijdt (indien de trein >40 km/u rijdt), maar grijpt niet in als een trein door rood rijdt. ATB-EG kent de plaats van het rode sein niet exact.	ATB-EG heeft niet ingegrepen

³⁷ Handboek machinist, juni 2011.

³⁸ Ontwerpvoorschrift: Plaatsing en toepassing van lichtseinen, Documentnummer: OVS69133-1, ProRail 01-06-2010, versie 001.

Nr.	Omschrijving barrière	Aard	Toelichting	Faalmechanisme bij ongeval Westerpark
5	<u>Planproces</u> De manier waarop dienstregeling en infra-gebruik gepland wordt.	Procedureel	Niet beoordeeld (buiten scope)	
6	<u>Regels voor samenstellen dienstkaartje</u> De informatie die gepresenteerd wordt op het dienstkaartje geeft de machinist inzicht over de rit.	Procedureel	Niet beoordeeld (buiten scope)	
7	<u>Onderhoud</u> Onderhoud voorkomt storingen en defecten aan materieel.	Procedureel	Niet beoordeeld (buiten scope)	
8	<u>Treindiagnosesysteem</u> Signaleert status, storingen en defecten aan materieel.	Technisch	Niet beoordeeld (buiten scope)	

5 Conclusie

De onderzoeksvraag is: Hoe kon het gebeuren dat de machinist van de SLT niet stopte voor het rode sein?

Trein 4058 had een niet reguliere stop op Singelgracht Aansluiting, wegens werkzaamheden tussen Amsterdam Sloterdijk en Zaandam. Deze stop is aangegeven op het dienstkaartje als een stop op Sgra (Singelgracht aansluiting), welke na dienstregelpunt Sgbr (Singelgrachtbrug) ligt. Dienstregelpunt Sgra ligt 50-70 meter na de Singelgrachtbrug. De stoplocatie die hoort bij dienstregelpunt Sgra is sein 494, dat zich direct voor de Singelgrachtbrug bevindt. Dit kan een onduidelijke verwachting over de stoplocatie tot gevolg hebben gehad bij de machinist.

Na vertrek van trein 4058 meende de machinist een gedoofd sluitsein bij trein 2673 te zien. Tijdens de nadering van sein 494 heeft de machinist nogmaals gecontroleerd of er werkelijk sprake was van een gedoofd sluitsein en heeft de machinist een oproep per GSM-R (onderling verkeer) uitgestuurd en van ten minste twee machinisten een reactie ontvangen. Het kijken naar het gedoofde sluitsein en het gebruik van GSM-R vormen een extra perceptuele, maar ook cognitieve en psychomotorische belasting, die niet gericht is op de rijtaak.

Voorgaande gebeurtenissen (afleiding en de onduidelijke verwachting over de stoplocatie) hebben vermoedelijk geleid tot de onterechte STS (rood sein) passage van sein 494.

De machinist heeft verklaard sein 494 geel te hebben gezien. Uit het technisch onderzoek is gebleken dat sein 494 rood heeft getoond. Intergo acht de volgende verklaring hiervoor zeer wel mogelijk:

- Fixatie op de subtaken (kijken naar gedoofd sluitsein en gebruik van GSM-R) heeft geleid tot *cognitive lock-up*. Er wordt volledig opgegaan in een taak terwijl een andere taak op dat moment een hogere prioriteit zou moeten hebben. De rijtaak krijgt hierdoor onvoldoende aandacht.
- Voornoemde *cognitive lockup* kan gezien worden als veroorzaker van *inattentive blindness*: zelfs objecten die goed in het zicht liggen, kunnen gemist worden in de waarneming (niet bewuste waarneming van sein 494).
- Afleiding heeft een effect op het optreden van 'false memories' (herinneringen aan gebeurtenissen of details daarvan, die niet hebben plaatsgevonden). In het geval van de machinist van trein 4058 kan dit betekenen dat hij terugvalt op een 'schema' dat past bij de situatie. Gemiste informatie wordt dan passend gemaakt met andere waarnemingen die in de situatie zijn gedaan. In dit geval is er na de STS-passage een ATB-codeverhoging gekomen die de machinist de overtuiging heeft gegeven dat het sein achter hem (sein 494) logischerwijs verbeterd was van geel naar groen. De missende informatie over sein 494 (vanwege het niet bewust waarnemen) wordt dan ingevuld met de herinnering aan een geel sein ten tijde van passeren van sein 494. Ook kan een eerder kortdurend zicht op het gele seinbeeld van sein 498 gebruikt zijn om de missende informatie in te vullen.

In de human factors analyse is een aantal barrières geïdentificeerd, die hebben gefaald of niet aanwezig waren:

- Het gebruik van GSM-R is onvoldoende duidelijk afgebakend: er is onvoldoende beschreven in welke situaties GSM-R wel of niet gebruikt mag worden.
- Sein 494 is niet optimaal opvallend.
- ATB-EG beperkt de snelheid waarmee een trein op een rood sein afrijdt (indien de trein >40 km/u rijdt), maar grijpt niet in als een trein door rood rijdt. ATB-EG kent de plaats van het rode sein niet exact. In dit geval geeft ATB-EG dus geen waarschuwing af en grijpt ATB-EG niet in.

Bijlagen

- Bijlage 1 - Tijdlijn
- Bijlage 2 - Zichtlijnen vanuit SLT cabine
- Bijlage 3 - Model werkbelasting
- Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494
- Bijlage 5 - Cognitive lock-up

Bijlage 1 - Tijdlijn

De periode van vertrek van de SLT trein 4058 is opgedeeld in een aantal tijdvakken. Per tijdvak wordt een aantal kenmerken beschreven.

Onder 'machinist' staan handelingen of uitspraken van de machinist. Bij 'Beoordeling model' worden alleen die factoren benoemd die mogelijk relevant zijn. Onder Critical Incident staan voorvallen die kritisch zijn in het proces, omdat ze het correcte verloop bepalen of juist in gevaar brengen.

Bij elk tijdvak staat een foto van het TOON systeem dat de toestand van de infrastructuur laat zien.

Ook staan bij een tijdvak data vermeld uit het ARR (Automatisch Rit Registratie) systeem van de (SLT) trein.

Tenslotte zijn in stap 5 en 6 GSM-R dataloggings toegevoegd (in de stappen daarvoor was er geen relevante GSM-R activiteit).

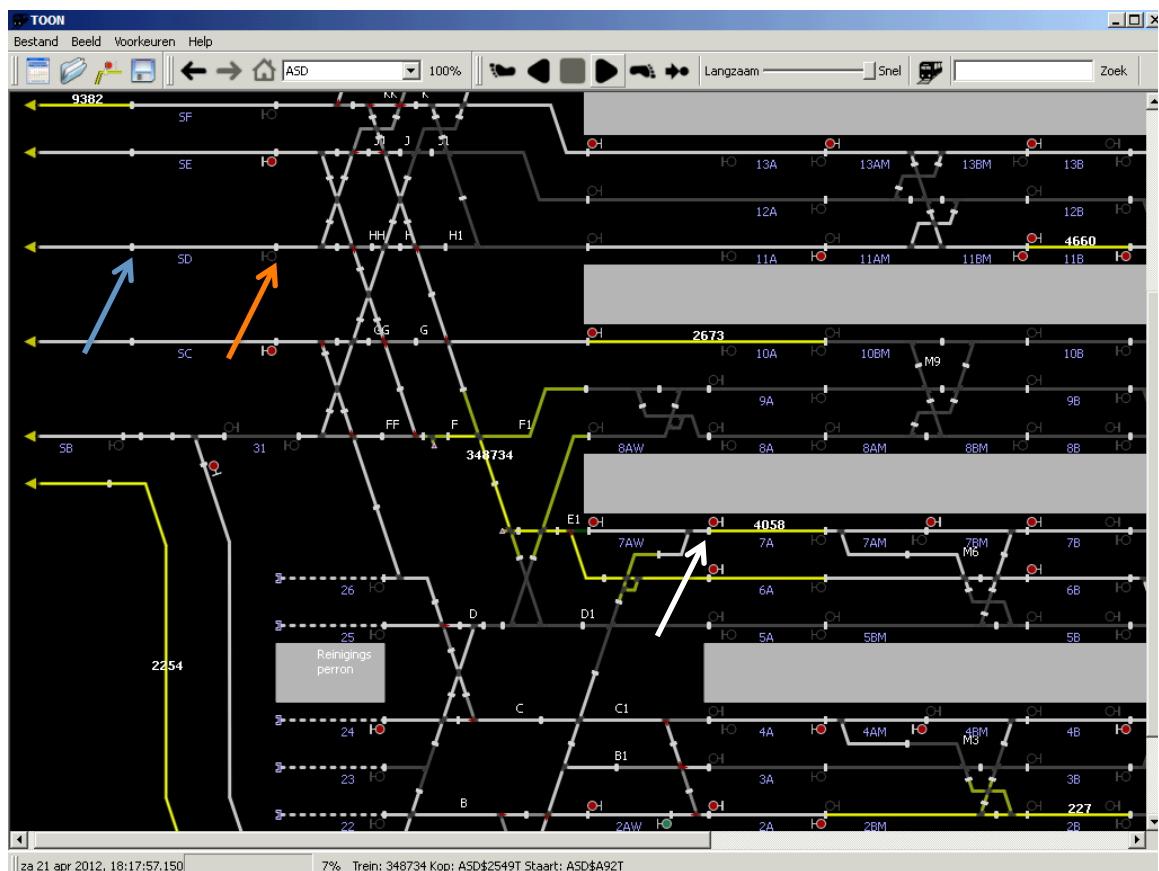
Toelichting op de TOON beelden:

- De beelden zijn gemaakt op momenten dat zich in de infra iets voordoet. Het zijn dus geen beelden met een vaste tijdsafstand.
- De beelden zijn niet op schaal.
- Het spoor is onderverdeeld in zogenaamde secties, elektrisch gescheiden gedeeltes. Een sectiescheiding is herkenbaar aan een klein verticaal wit streepje.
- Een geel lijntje duidt een sectie aan die door een trein is bezet. Daarbij is in wit een treinnummer geplaatst. De plaatsbepaling van een trein is nooit nauwkeuriger dan op sectieniveau.
- Seinen zijn weergegeven als cirkeltje op een klein voetje. Een rood cirkeltje geeft een rood of stop-tonend sein weer, een groen cirkeltje een niet-stop-tonend sein; dat kan geel of groen zijn.

tabel 4

1 - Situatie voor vertrek

Aspect	
TOON tijdvak	18.14.50 tot 18.19.22
Situatie	Trein 4058 staat geheel in sectie ASD\$A102T voor sein 102. Goederentrein 348734 passeert over spoor 6A en gaat naar spoor SD.
ARR	Snelheid nul
Machinist	De machinist is door het informatiebulletin bewust van werkzaamheden, doet portfoontest met hc ls op tijd. Zijn toestand is niet afwijkend. Ziet goederentrein 348734 van links langsrijden komen. De machinist bekijkt zijn dienstkaartje, besluit naar aanleiding van geplande stop op Singelgracht Aansluiting ('Sgra') gewoon de seinen te volgen en rustig te rijden (bron: verklaring 26/6/12). Dienstkaartje laat zien dat de stop te Sgra <u>na</u> de Singelgrachtbrug (afkorting Sgbr) ligt. Dit is vanwege de <u>reden</u> van de stop, de locatie van de stop is <u>voor</u> Singelgrachtbrug. De doorkomst te Sgbr is een minuut eerder dan Sgra, terwijl de afstand slechts 70 meter bedraagt.
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> • Duidelijke verwachting <u>dat</u> er een stop bij "Singelgrachtbrug" is, <u>waarom</u> die er is. • Verwarrend dienstkaartje. • De machinist heeft geen helder beeld over de exacte locatie van de stop.
Beoordeling model	Organisatie: het verband tussen de stop op Sgra en de werkzaamheden was helder. Verwachting: verwachting over de exacte locatie van de geplande stop niet helder.



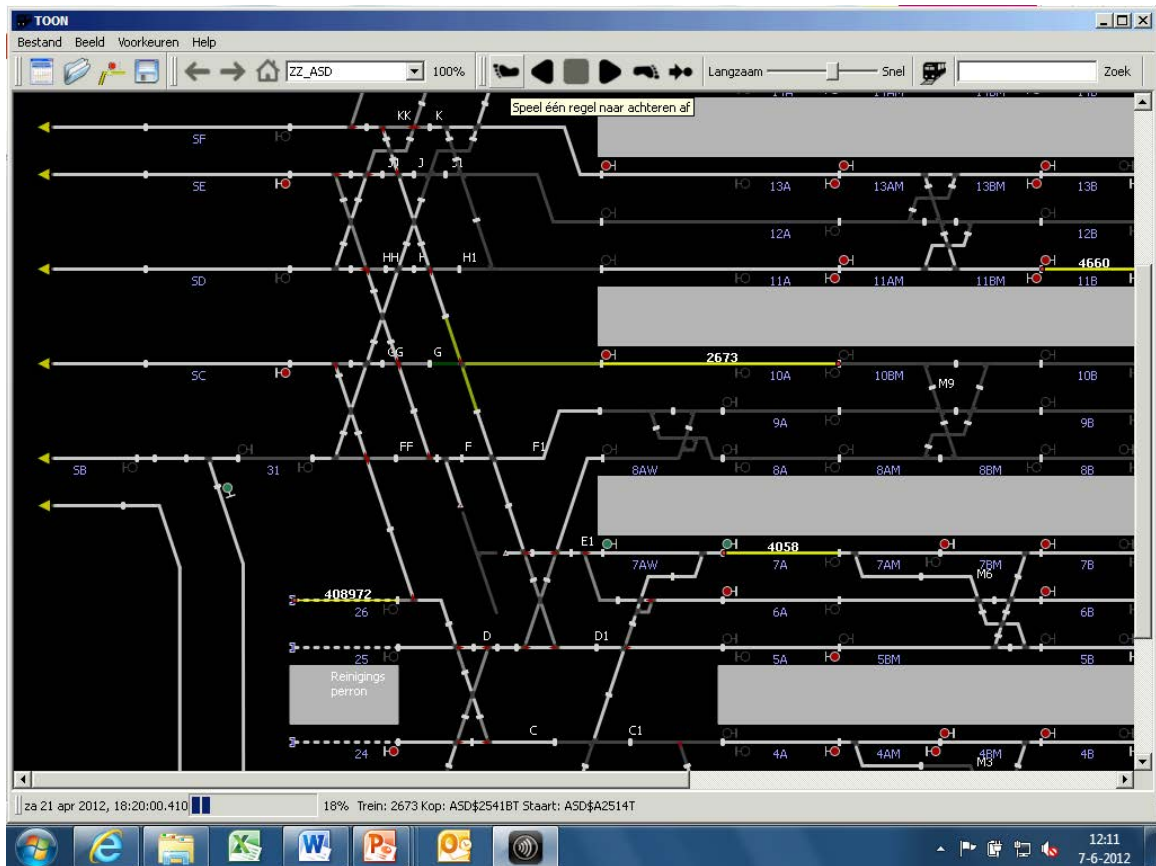
Noot: Het vertreksein 102 (dwergein) bevindt zich bij de witte pijl. Iets links daarvan ligt een tweede dwergein.

Sein 606 bevindt zich bij de blauwe (linker) pijl. Het snelheidsbord '6' is bij de oranje (rechter) pijl.

2 - Vertrekproces

Aspect

TOON tijdvak	18.19.22 tot 18.20.20
ARR	Snelheid nul
Situatie	Sein 102 (vertreksein) komt uit stand stop, toont <i>GL</i> . 18.19.22.240: sein 94 uit stand stop, toont <i>GL</i> (102: <i>GR</i>). 18.20.00.410: vertrek dubbeldekker 2673 van spoor 10a ter rechterzijde van de SLT. (NB: De staart van de goederentrein (348734) bevindt zich inmiddels buiten gezichtsveld, op de Singelgrachtbrug)
Machinist	De machinist is bezig met het vertrekproces. Vertrek is volgens dienstregeling 18.20 uur, 3 minuten later dan reguliere vertrektijd door werkzaamheden.
Critical incident	Vertrek en rijweg zijn naar verwachting
Beoordeling model	Activatie: in combinatie met vertrektijdstip: machinist geactiveerd.

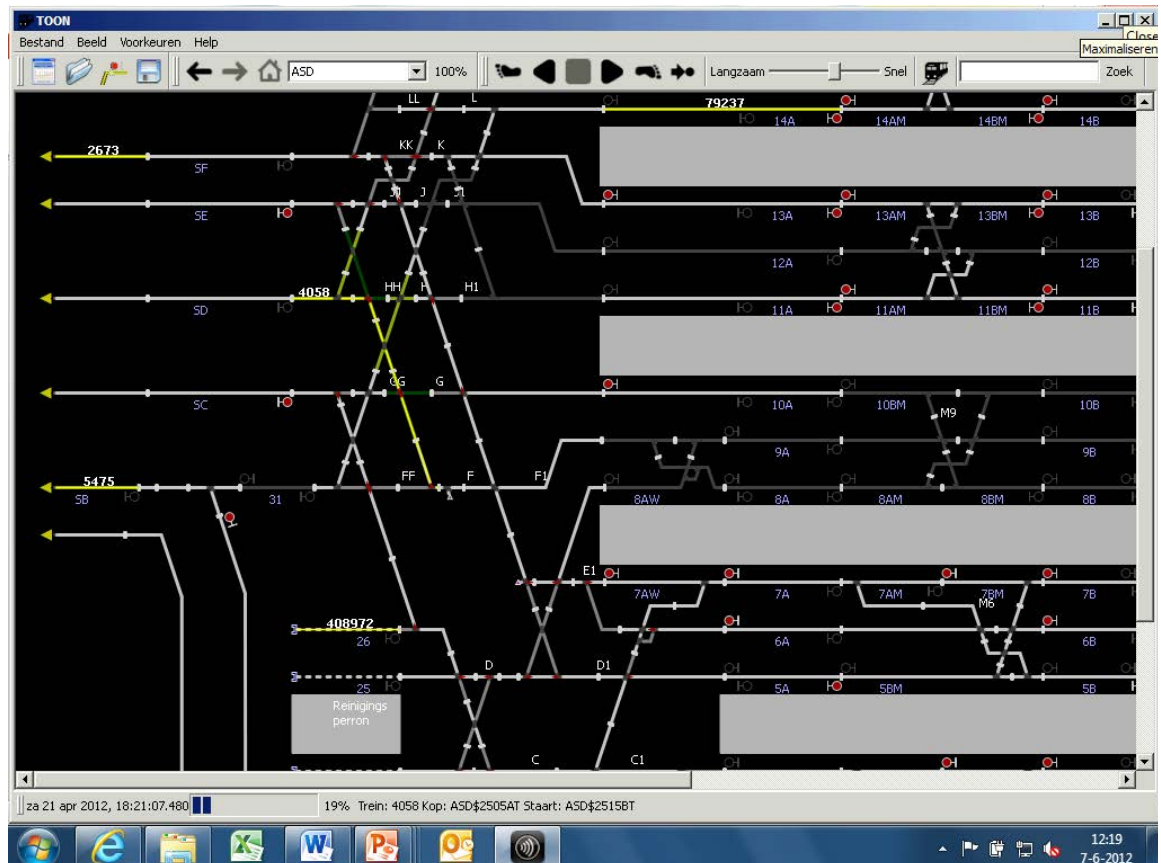


Noot: de twee groene seinen langs het perron zijn het vertreksein 102 (rechts) en het sein 94

3 - Vertrek

Aspect

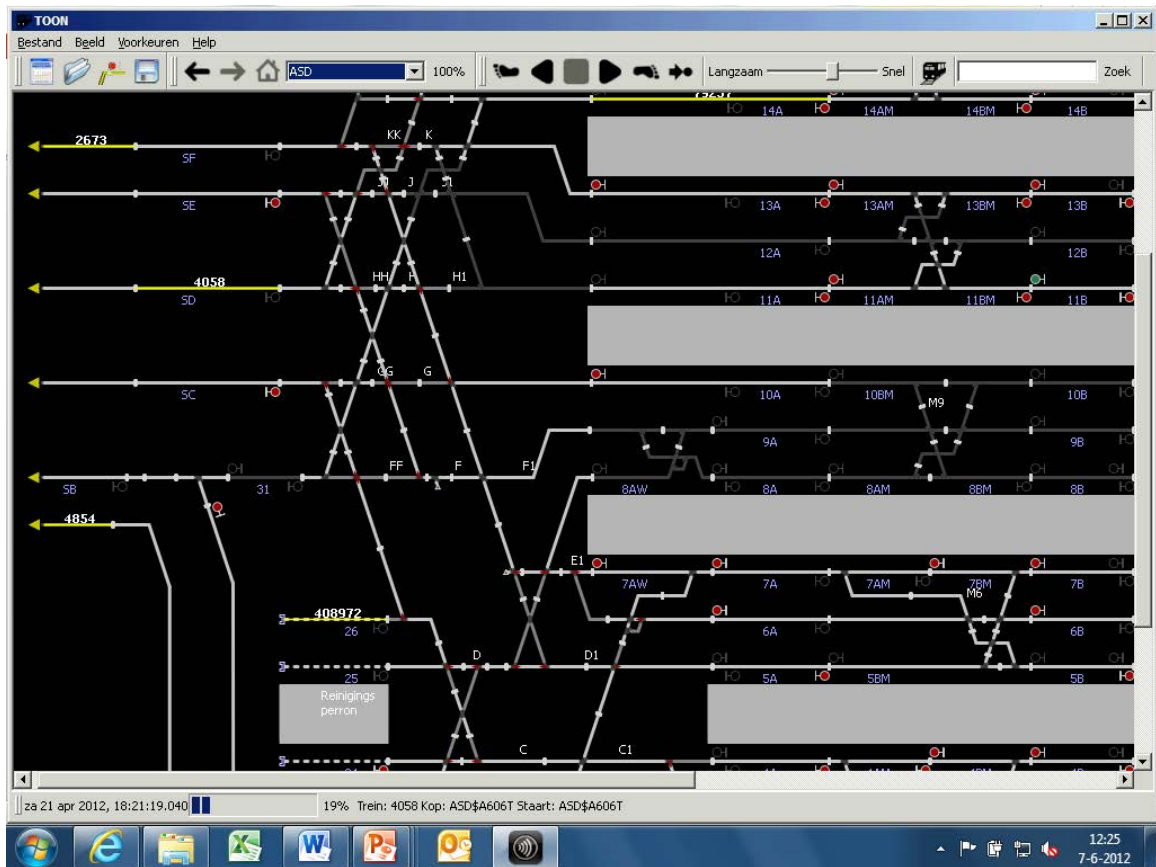
TOON tijdvak	18.20.20 tot 18.21.10
Situatie	18.20.20: SLT passeert het vertreksein 102 en kort daarna het tweede sein 94.
ARR	Tractie, snelheid loopt op tot net onder 40 km/u
Machinist	De machinist ziet sein 94 in de rit groen worden. Machinist kan nu gedoofd sluitsein van trein 2673 zien, tussen de 2 dwergseinen is dat recht vooruit.
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> • Normaal lijkend vertrek, rijweg en seinbeelden in overeenstemming met normaal patroon (sein 606 is 9 van de 10 keer op GL; interview trdl 26/6/12) en aankomende stop dus de volgorde 'geel – rood' op enig moment. • Afleiding vanwege vermoeden gedoofd sluitsein neventrein.
Beoordeling model	<p>Mentaal niveau: machinist rijdt bewust, dus op R-based niveau.</p> <p>Verwachting: machinist verwacht doorgaande rijweg, echter bewust van stop op Sgra.</p> <p>Zichtbaarheid: sein 606 en sluitsein 2673 (afstand circa 400 meter, binnen zichthoek van frontruit) goed zichtbaar aan het eind van dit tijdvak.</p> <p>Afleiding: machinist vermoedt gedoofd sluitsein.</p>



4 - Nadering sein 606

Aspect

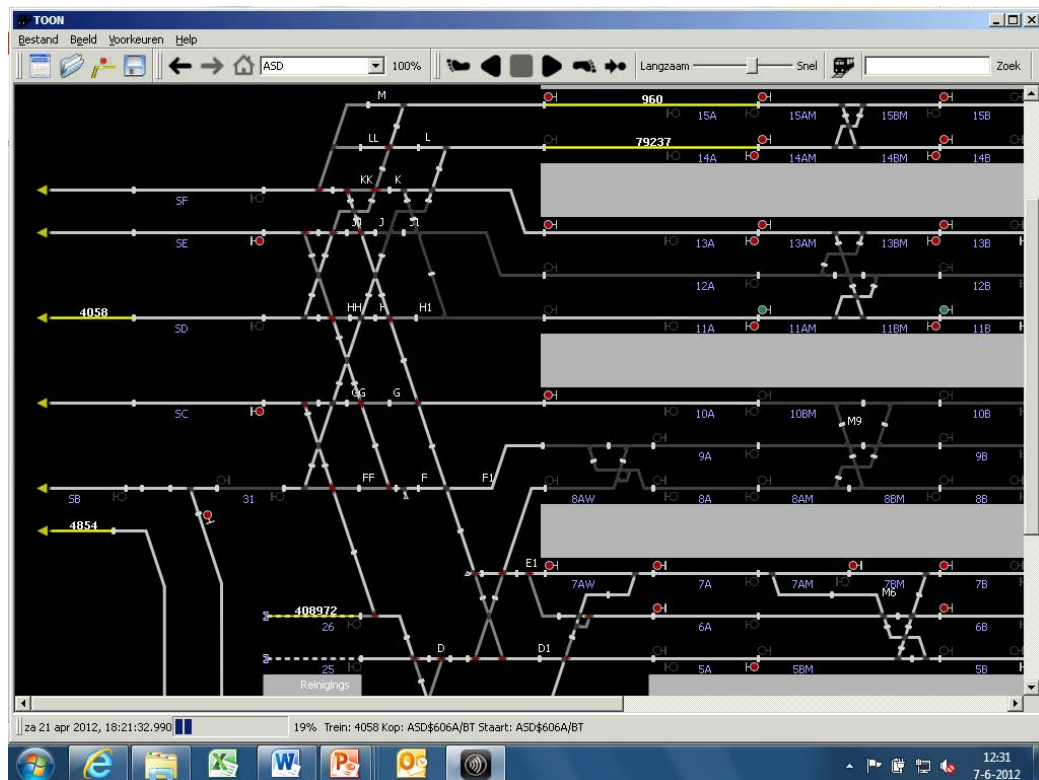
TOON tijdvak	18:21:10 tot 18.21.26
Situatie	18:21:10: ATB-code verhoging tot 60.
ARR	18.21.15 , lichte tractie tot 40 km/u
Machinist	Reageert niet op ATB-gong van codeverhoging, omdat deze niet relevant is. Machinist rijdt immers richting een geel sein 606. Bewust van geel in sein 606 als voorloper van rood.
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> • Machinist reageert niet op ATB-gong van codeverhoging: is niet relevant. • Machinist is zich bewust van geel sein 606. • 18.21.10: kan sluitsein 2673 niet meer zien door gebouw en boog.
Beoordeling model	<p>Verwachting: rijweg is zoals gebruikelijk naar stop.</p> <p>Afleiding: machinist ziet gedoofd sluitsein verdwijnen achter boog in het spoor.</p> <p>Werkbelasting: visuele paralleltaak, detecteren gedoofd sluitsein.</p>



5 - Voorbij sein 606

Aspect

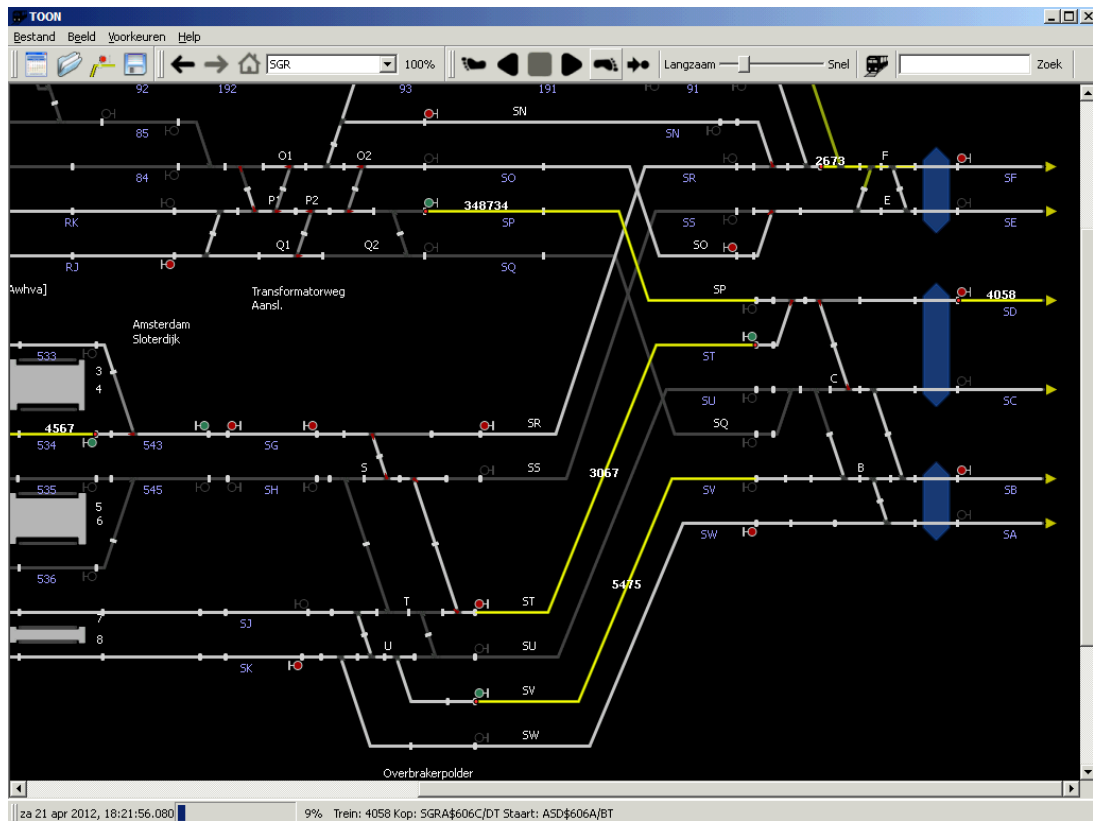
TOON tijdvak	18.21.26 tot 18.21.56
Situatie	SLT voorbij sein 606.
ARR	18.21.26: ATB-code verlaging naar 40. 18.21.28: lichte tractieverhoging tot iets meer dan 40 km/u
GSM-R	18:21:42: groepsoproep gemaakt in cell 10072 (Amsterdam CS_2) met prioriteitsnivo 3 18:21:52: spreesleutel in cel 10262 (Amsterdam_Sloterdijk_2) gebruikt
Machinist	De machinist reageert niet op ATB-gong van codeverlaging, omdat dit niet relevant is. Ziet trein met enkel sluitsein (na de boog). Besluit tot melden van een gedoofd sluitsein als neventaak: visueel, auditief, cognitief, motorisch concurrerend. Drukt op 'onderling verkeer' (18.21.42) en ontvangt waarschijnlijk een reactie om 18.21.52. Dubbeldekker 2673 rijdt om 18.21.28 sein 498, naast 494, af; dit wordt rood. De afstand van SLT 4058 tot sein 498 is circa 500 m, na een tweede boog; er is dan ca. 3 seconden een (slechte) zichtlijn naar het gele sein 498 geweest; zie Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494. Sluitseinen trein 2673 zijn 10-12 seconden in zicht, verdwijnen dan. Machinist niet zeker van zijn zaak, zie tijdvak 6, 'Nadering sein 494'. Machinist geeft licht tractie gedurende 13 seconden [ondanks verlaging ATB] om snelheid te houden. Rijdt bewust rustig i.v.m. stop.
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> Afleiding vanwege gebruik van GSM-R Mogelijk zicht op geel sein 498 Machinist is niet zeker van een gedoofd sluitsein: kijkt met aandacht naar verdwijnende trein.
Beoordeling model	<p>Werkbelasting: gebruik van GSM-R als paralleltaak.</p> <p>Afleiding: machinist controleert gedoofd sluitsein op recht stuk van het spoor.</p> <p>Verwachting: rijweg is zoals gebruikelijk naar stop.</p>



6 - Nadering sein 494

Aspect

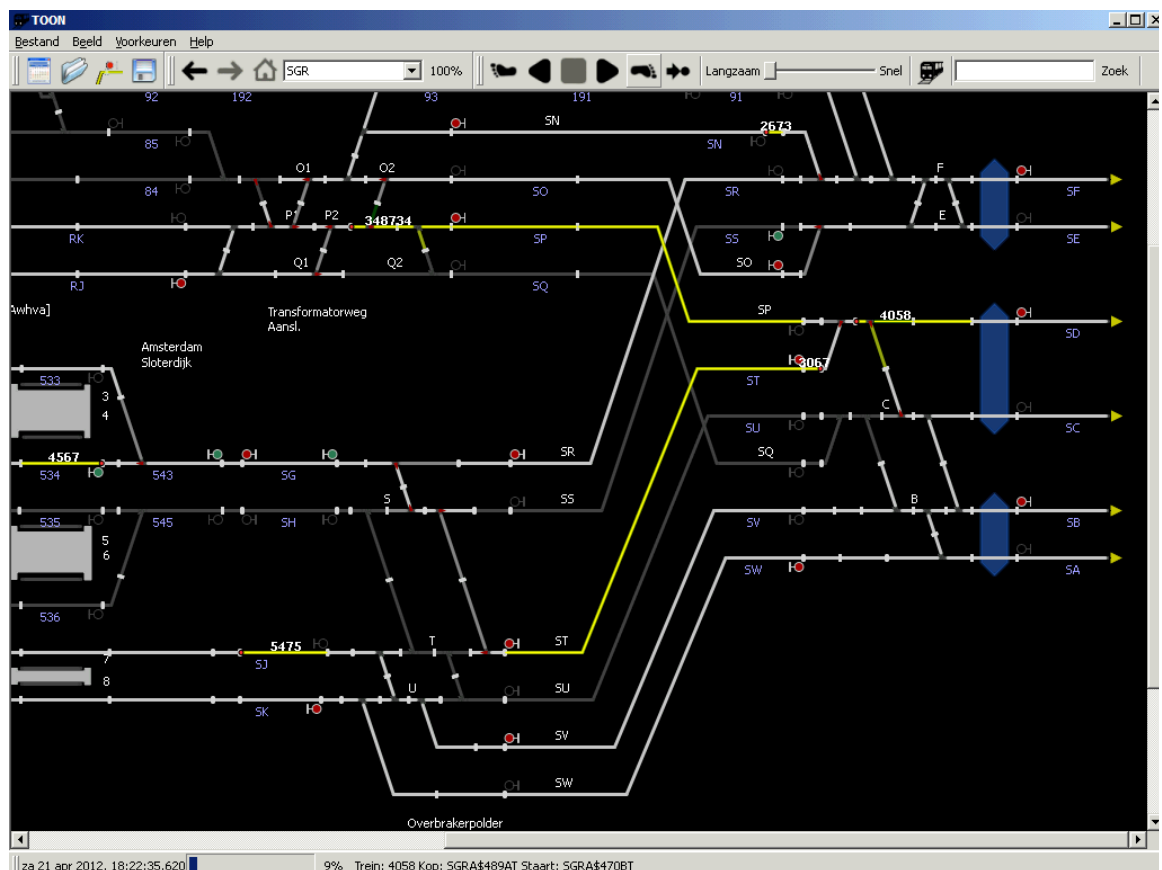
TOON tijdvak	18.21.56 tot 18.22.13
Situatie	SLT rijdt sectie voor sein 494 in; 178 m en minder voor sein 494 = binnen vereiste zichtbaarheidsafstand van 200 m.
ARR	Snelheid 40 km/u
GSM-R	18.21.58: spreekleutel in cel 10072 (Amsterdam CS_2) gebruikt 18.22.02: spreekleutel in cel 10262 (Amsterdam_Sloterdijk_2) gebruikt
Machinist	Machinist volgt gedoofd sluitsein, is niet zeker van zijn zaak. Machinist krijgt volgens zijn verklaring reactie van twee andere machinisten per GSM-R (één van de twee mogelijk in de vorige stap; het is niet te herleiden welke GSM-R activiteit bij welke trein hoort). Machinist zegt sein 494 geel te hebben gezien (interview 26/6/12).
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> Het kijken naar een sluitsein en beluisteren van GSM-R als extra taken Sein 494 niet optimaal opvallend. (Onterechte) interpretatie van sein 494 als geel.
Beoordeling model	<p>Werkbelasting: volgen sluitsein en beluisteren van GSM-R als neventaak.</p> <p>Afleiding: visueel, cognitief en psychomotorisch afgeleid door zien en beslissen over sluitsein en door beluisteren van GSM-R.</p> <p>Zichtbaarheid en opvallendheid: Sein 494 wel zichtbaar conform eisen, niet optimaal opvallend.</p> <p>Identificatie: Bemoeilijkt door plaatsing in boog, maar verwarring met een ander sein lijkt onwaarschijnlijk doordat de machinist dagelijks over dit traject rijdt.</p> <p>Interpretatie: machinist heeft sein 494 niet bewust waargenomen (en herinnert zich het seinbeeld anders).</p>



7 - Passage Singelgrachtbrug

Aspect

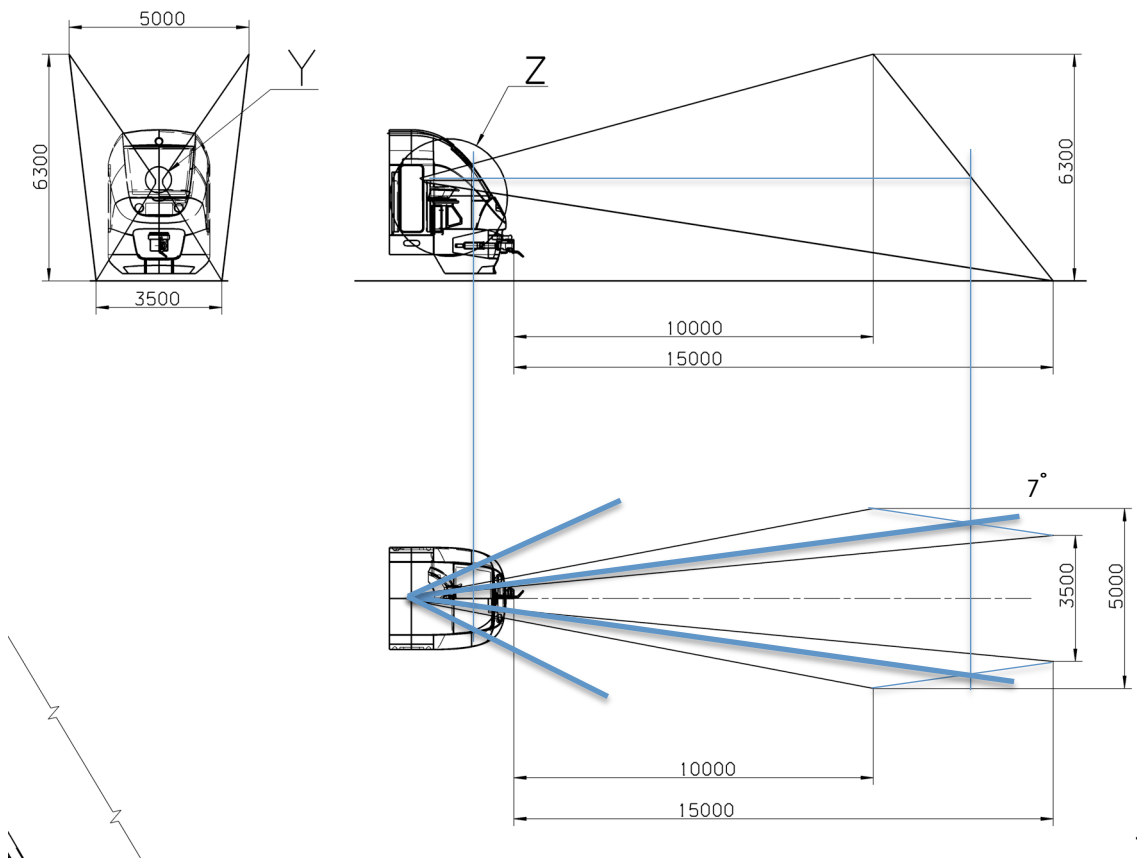
TOON tijdvak	18.22.13 tot 18.22.36
Situatie	18.22.13 is exact tijdstip van STS passage (sein 494). SLT passeert Singelgrachtbrug
ARR	ATB code verhoging naar 60 op 18.22.37, trein geeft daarna lichte tractie. 10 seconden later ATB terug naar 40
Machinist	De machinist ziet dat 2673 inderdaad een gedoofd sluitsein heeft. De machinist hoort ATB-gong verhoging. De machinist beredeneert achteraf de mogelijkheid van een derde hoog sein en een geel seinbeeld van sein 494.
Critical incident	<ul style="list-style-type: none"> • Onterechte STS passage. • Sterke visuele afleiding. • Code 60 achter sein 494 bevestigt het idee van aanwezigheid van doorgaande rijweg achter sein 494.
Beoordeling model	Afleiding: let op sluitsein Verwachting: verwacht nog steeds rijweg dan wel nadering naar rood sein.



Bijlage 2 - Zichtlijnen vanuit SLT cabine

De zichtlijnen vanuit de SLT cabine zijn nader geanalyseerd op basis van informatie van Bombardier (Zichtlijnen naar UIC voorschrift; tekening Bombardier nr 3EGH000056-0908 of NS Reizigers nr 24 02 02 013). In deze tekening zijn de zichtlijnen in SLT aangegeven voor de kleine (1.60 m) en grote (1.90 m) machinist vanaf de standaard machinistenstoel bij NSR (fabricaat SAVAS).

De minimaal benodigde zichtlijnen volgens UIC 651 zijn gebaseerd op het kunnen waarnemen van een laag sein op 15 meter afstand en een hoog sein op 10 meter afstand (gerekend vanaf voorzijde buffers of koppeling).



figuur 6

Zichtlijnen: minimum op basis van UIC 651 en maximum op basis van frontrit

Als wordt uitgegaan van het zicht op ooghoogte voor de gemiddelde machinist blijkt dat binnen het gebied van de minimale zichtlijnen (UIC 651) een zichtveld van 7° naar links en rechts aanwezig is. De frontrit van SLT biedt een groter zichtveld dan door UIC als minimum wordt voorgeschreven. Het maximale zicht op ooghoogte voor de gemiddelde machinist ligt in de orde van 25° naar links en rechts. Het daadwerkelijk bruikbare zichtveld door de frontrit wordt bepaald door het wisvlak van de ruitenwissers (zie figuur 2). De exacte positie en afmetingen van het wisvlak zijn ons niet bekend, maar op basis van de afbeelding wordt ingeschat dat het zicht op ooghoogte naar links/rechts in orde van 15° zal liggen.

Bijlage 3 - Model werkbelasting

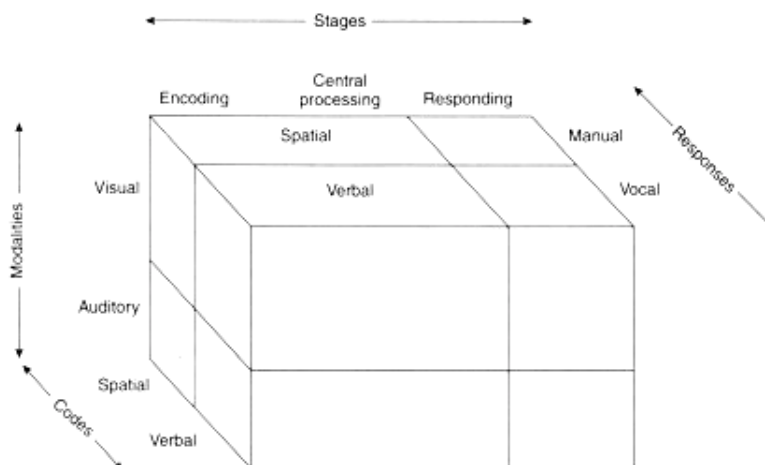
Generiek model voor werkbelasting

Er zijn diverse modellen voor het beschrijven en evalueren van (mentale) werkbelasting. Een van de gangbare theorieën is de zogenaamde Multiple Resource Theory. "Multiple resource" theorieën (MRT) gaan ervan uit dat het menselijke informatie verwerkingsstelsel meerdere capaciteitsbronnen kent. In stressvolle condities of situaties waarbij meerdere taken tegelijk uitgevoerd worden, kunnen verschillende capaciteitsbronnen uitgeput raken, wat tot interferentie kan leiden.

Eén van de meest invloedrijke "multiple resource" modellen is dat van Christopher Wickens³⁹. Het model van Wickens bestaat uit 3 dichotome⁴⁰ dimensies en is ontwikkeld om te verklaren waarom bepaalde taken wel en sommige taken niet of slecht tegelijkertijd uitgevoerd kunnen worden⁴¹:

Verwerking code :	spatueel versus verbaal (Psychomotorisch kanaal)
Perceptuele modaliteiten :	auditief versus visueel (Auditief en Visueel kanaal)
Stadium van verwerking:	perceptueel/cognitief versus reactie (Cognitief kanaal)

Elk van de drie dimensies kunnen apart of tegelijkertijd worden aangesproken, afhankelijk van de taak. Taken kunnen goed tegelijkertijd worden uitgevoerd als deze taken *verschillende* elementen binnen de drie dimensies aanspreken. Zo kan een treindienstleider naar een collega luisteren - wat de dimensie verbale code en een auditieve modaliteit aanspreekt - en tegelijkertijd succesvol een treinnummer volgen op een computerscherm, wat de dimensie perceptueel stadium en spatiele code aanspreekt. In figuur 7 is een driedimensionale weergave te zien van de "multiple resource" theorie van Wickens.



figuur 7 3-D model van Multiple Resource Model (naar Wickens, 2002)

³⁹ Wickens, C.D. Multiple Resources and Mental Workload. *Human Factors*, 50 (3): 449-455, 2008.

Wickens, C.D. Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 159-177, 2002.

Wickens, C.D. Processing resources in attention. In: R. Parasuraman, & D. R. Davies, *Varieties of attention* (pp. 63-102). London: Academic Press, 1984

⁴⁰ Een dichotome variabele is een variabele die slechts twee mogelijke waarden kan aannemen, bijvoorbeeld goed (1) of fout (0).

⁴¹ Wickens, C.D. Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 159-177, 2002.

Een Multiple Resource Model vertelt dat taken succesvol tegelijkertijd uitgevoerd kunnen worden als deze taken verschillende capaciteitsbronnen van het menselijk informatieve verwerkingssysteem aanspreken. Hierdoor zou het tegelijkertijd uitvoeren van taken meer succesvol zijn dan verwacht zou worden op basis van een "single resource" model. Het model van Wickens stelt echter dat twee gelijke complexe taken tot prestatie problemen kunnen leiden omdat ze gebruik maken van dezelfde capaciteitsbronnen.

Bijlage 4 – Zichtlijnen bij nadering sein 494

In onderstaande figuren zijn enkele relevante zichtlijnen vanuit trein 4058 tijdens de nadering van sein 494 weergegeven. De figuren zijn tot stand gekomen op basis van tijden en locaties uit TOON, snelheid van trein 4058 uit de ARR (automatische ritregistratie) en 1:1000 schaaltekeningen van baanvak en betreffende treinen.

Iedere figuur bestaat uit 3 delen:

- 1 Op schaal ingetekend de positie van trein 4058 (SLT) – die uiteindelijk stoptonend sein 494 zal passeren – en van trein 2376. Deze laatste trein is relevant omdat de machinist van trein 4058 heeft verklaard afgeleid te zijn geweest door een gedoofd sluitsein van trein 2673. Verder zijn relevante zichtlijnen bepaald en ingetekend. Daarnaast zijn de zichtlijnen naar sein 494 en 498 ingetekend.
- 2 Het bijbehorende zicht uit de cabine volgens een videobeeld uit een reconstructie van NS Reizigers. Dit betreft dezelfde materieelsoort (SLT), maar is niet dezelfde trein. De omstandigheden tijdens de reconstructie waren qua weer en tijdstip enigszins vergelijkbaar met die tijdens het ongeval.
- 3 Toelichtende tekst.

De nauwkeurigheid van deze figuren en berekeningen bedraagt ca. 1 seconde.



De situatie om 18:21:23. Dit tijdstip is gekozen omdat van trein 4058 en 2376 binnen 1 seconde een TOON-beeld beschikbaar is, en de positie van de treinen dus gesynchroniseerd kan worden. Trein 4058 (SLT) bezet met zijn kop sectie 606A/BT, 10 m achter sein 606 (deze toonde geel bij passeren) [TOON: 18:21:23.240 Trein: 4058 Kop: ASD\$606A/BT Staart: ASD\$A606T]. Trein 2673 (MDDM) passeert met zijn staart sectie 610C/DT; de kop bevindt zich dan 77 m voor het seinportaal met sein 494 [TOON: 18:21:22.520 Trein: 2673 Kop: SGRA\$610C/DT Staart: SGRA\$610C/DT].

De afstand tussen staart van trein 2673 en kop van trein 4058 bedraagt volgens de kilometrering: $79998 - 79608 = 390$ m. Gecorrigeerd¹ (en nagemeten op de 1:1000 grafiek) is de afstand ca. 385 m. Op dit moment is er hoogstwaarschijnlijk geen directe zichtlijn tussen beide treinen (de groene lijn loopt langs de baan, waar begroeiing en bebouwing is; zie ook videobeeld hiernaast). Wel ontstaat er nu een zichtlijn naar sein 494 (rode lijn) en ca. 2 seconden later naar sein 498 (gele lijn), op 560 m afstand en beperkt door begroeiing naast de baan en staanders. Sein 494 toont dan rood, en sein 498 toont geel.

¹ Deze getallen moeten gecorrigeerd worden voor de positie van cabine resp. sluitsein ten opzichte van voorste resp. achterste as. Bij de positionering van de treinen in de 1:1000 tekeningen is hiermee rekening gehouden door de voorste resp. achterste as ter plekke van de sectiescheiding te plaatsen. De afstand van die as tot de buffer is ca. 3 meter.



De situatie om 18:21:28.

Dit is het moment van afvallen van het sein 498 voor trein 2673 (van geel naar rood): de kop van trein 2673 bezet de sectie 10 m achter sein 498 (Singelgrachtbrug) [TOON: 18:21:28.510 Trein: 2673 Kop: SGRA\$464BT Staart: SGRA\$610C/DT].

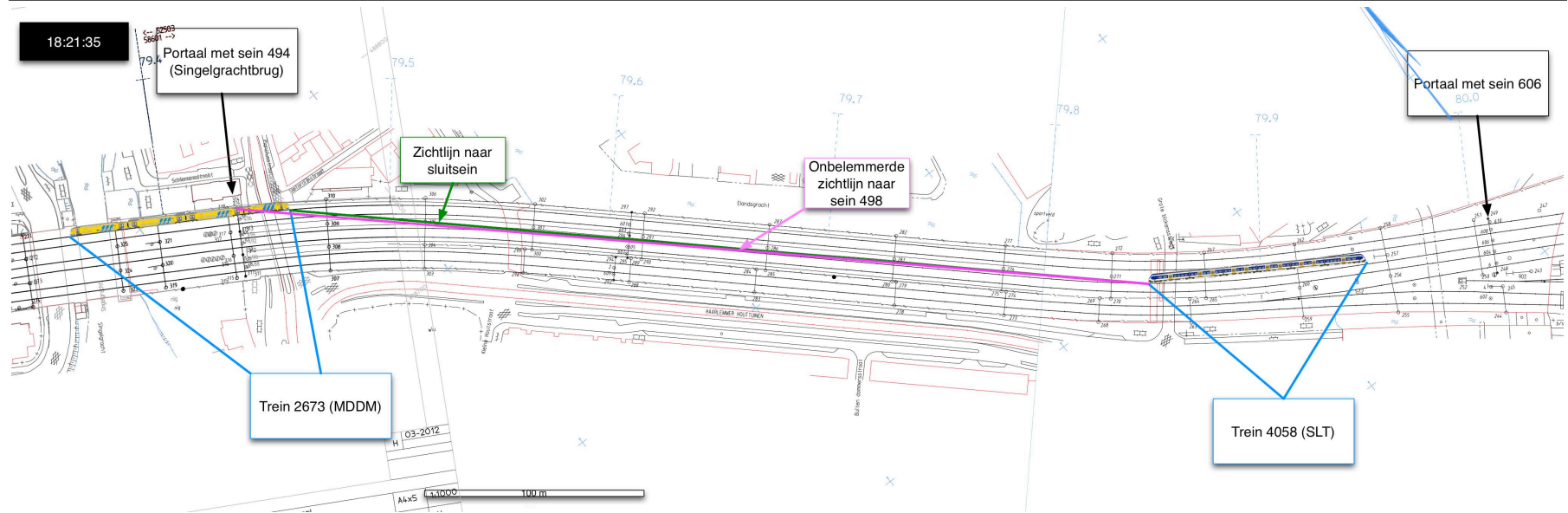
Op dit tijdstip is trein 4058 59 m² verder dan in het vorige beeld.

Ingetekend (roze) is de eerst mogelijke zichtlijn over de baan tussen sein 498 en trein 4058. Ca. 3 seconden ervoor was deze zichtlijn er al langs de baan (zie vorige pagina). Deze zichtlijn is slecht van kwaliteit: de afstand is groot (ca. 500 m), wordt onderbroken door staanders van portalen en de zichtlijn loopt rechts naast het wisvlak van de voorruit³. De machinist van trein 4058 heeft dus gedurende ca. 3 seconden een (slechte) zichtlijn naar het gele sein 498 (bestemd voor trein 2673) gehad voordat deze is afgefallen naar rood.

Op hetzelfde moment is te zien dat er nu (weer) een zichtlijn (groen) tussen cabine van trein 4058 en sluitsein van trein 2673 ontstaat.

² Dit moment is berekend op basis van de treinsnelheid van 40 km/u (volgens ARR): $5,27 \text{ s} \times 11,1 \text{ m/s} = 59 \text{ m}$. Een TOON-beeld van dit moment bestaat niet

³ De betrokken trein (4058) had een schone voorruit.

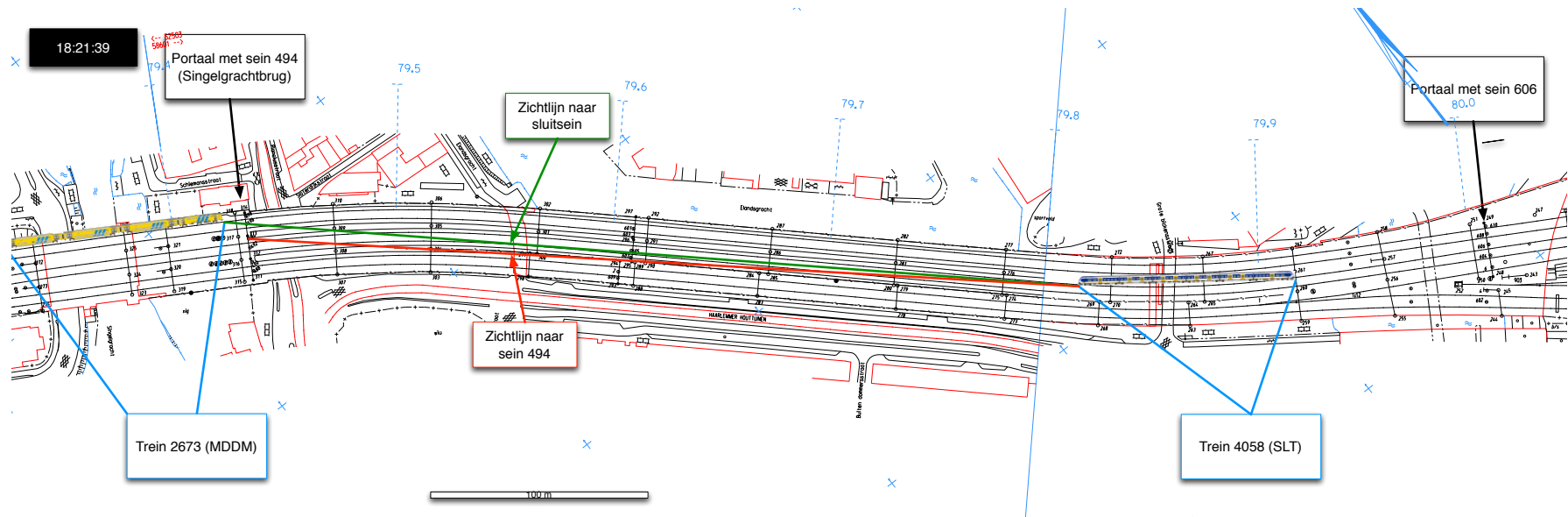


De situatie om 18:21:35.

Op dit moment ontstaat een onbelemmerde zichtlijn (paars) tussen sein 498 en trein 4058. Sein 498 is dan echter reeds 7 seconden afgevallen (van geel naar rood).

Er is nog steeds een zichtlijn (groen) tussen cabine van trein 4058 en sluitsein van trein 2673⁴.

⁴ De positie van beide treinen is afgeleid uit de voorgaande TOON-beelden en snelheden (4058 volgens ARR 40 km/u) en 2376 berekend op basis van

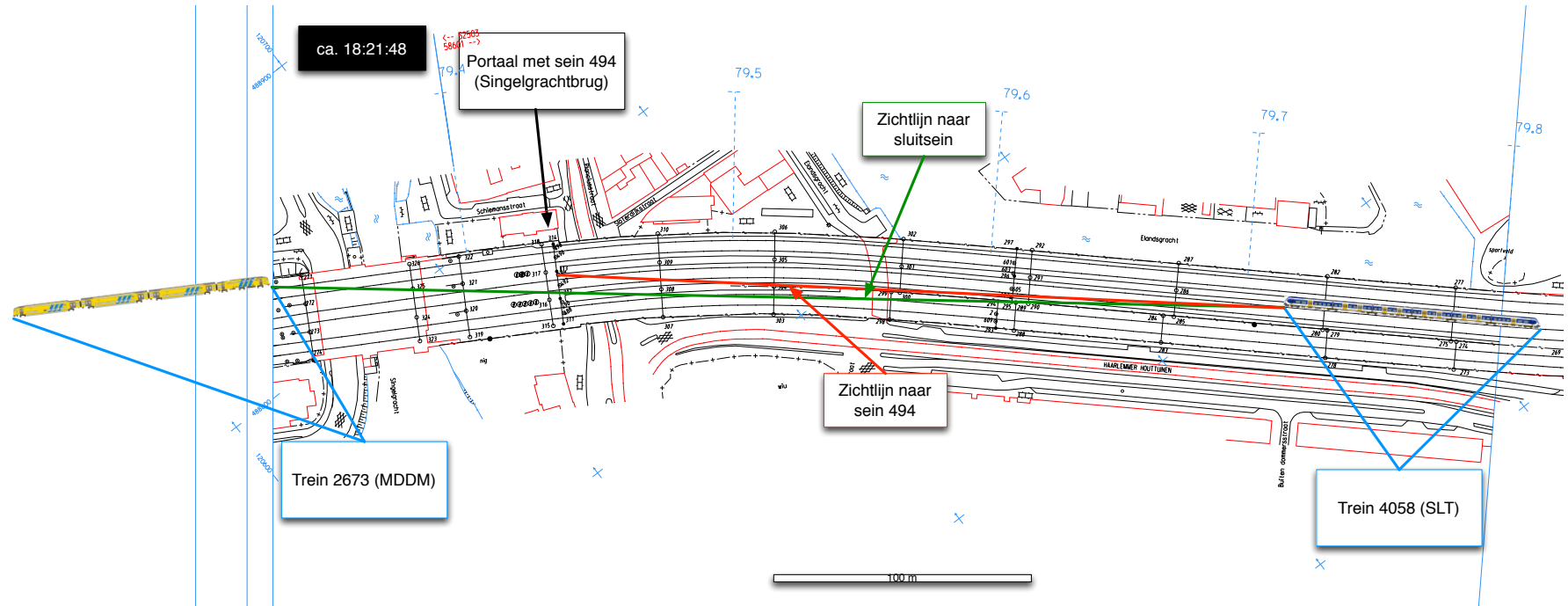


De situatie om 18:21:39.

Dit is het moment dat trein 2673 de sectie voor sein 498 (610DT) geheel vrij rijdt. De positie van trein 4058 is berekend op basis van het voorgaande beschikbare TOON-beeld en een snelheid van 40 km/u volgens de ARR {18:21:32.990 Trein: 4058 Kop: ASD\$6o6A/BT Staart: ASD\$6o6A/BT}.

Er is een directe zichtlijn (groen) tussen de cabine van trein 4058 en het sluitsein van trein 2673. Dit is tevens ongeveer het (tijdelijke) einde van deze zichtlijn, die daarmee ongeveer 10-12 seconden heeft bestaan.

De zichtlijn naar het eigen sein 494 wordt nog onderbroken door staanders van portalen (rode lijn). De afstand tot het sein 494 bedraagt hier ca. 380 m.

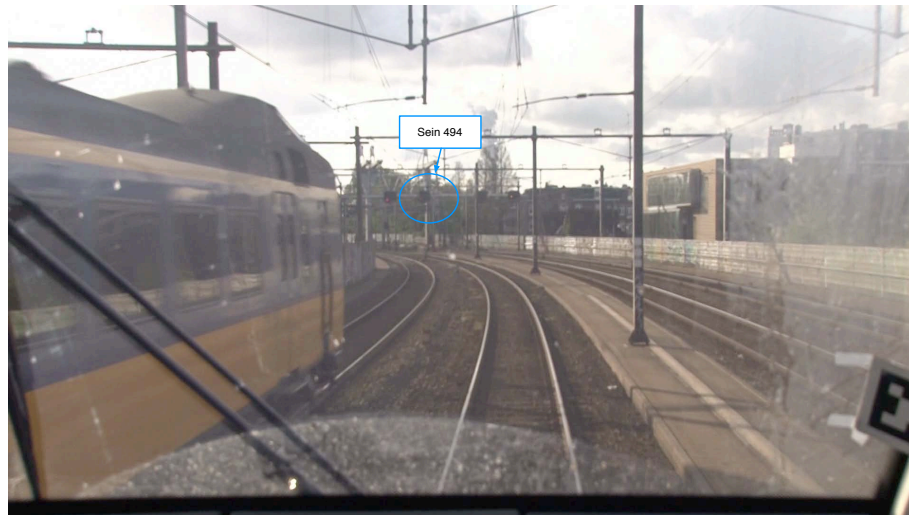
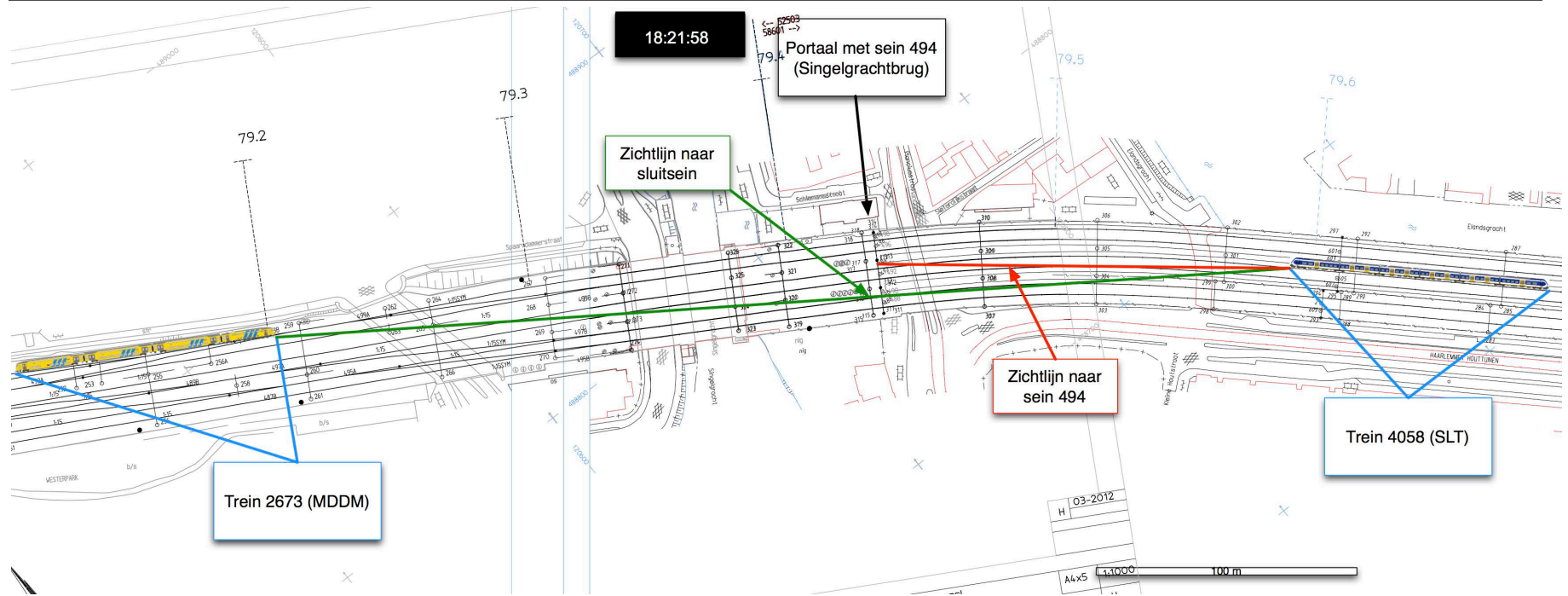


De situatie om ongeveer 18:21:48.

Ongeveer op dit punt ontstaat er ononderbroken zichtlijn naar sein 494. De afstand bedraagt ca. 300 m, en het sein staat na een boog, waardoor het onder een hoek wordt waargenomen.

De zichtlijn naar het sluitsein van trein 2673 wordt door de balustrade en de boog onderbroken: er is dus geen zicht op dit sluitsein.

De tegentrein op het videobeeld was op 21 april 2012 niet aanwezig.



De situatie om 18:21:58.

Ongeveer op dit punt ontstaat er recht zicht naar sein 494. De afstand bedraagt 150- 170 m.

Opvallend is het verschil in helderheid met sein 492 (direct links naast 494).

De zichtlijn naar het sluitsein van trein 2673 wordt nog immer door de balustrade en de boog onderbroken: er is dus geen zicht op dit sluitsein.

De tegentrein op het videobeeld was op 21 april 2012 niet aanwezig.

Deze pagina is leeg.

Bijlage 5 - Cognitive lock-up

Psychologische beschouwing over cognitive lock-up

Het volledig opgaan in een taak terwijl een andere taak op dat moment een hogere prioriteit zou moeten hebben, wordt ook wel 'cognitive lockup' genoemd. Cognitive lockup wordt omschreven als een fixatie op een subtaak zonder daarbij de ontwikkeling van de situatie of taak als geheel te overzien. Cognitive lockup is in de literatuur uitgebreid beschreven in termen van cognitieve processen. Er kunnen voor drie verschillende informatieverwerkingstaken enkele verklarende fenomenen worden gegeven⁵: vanuit de planning door een persoon, vanuit het proces van wisselen tussen taken en vanuit de besluitvormingsprocessen. Per niveau is er een aantal fenomenen of principes dat speelt. Kijkend naar de situatie van de SLT leidt dat tot de volgende tabel.

tabel 5 Verklarende fenomenen voor 'cognitive lockup'

Informatieverwerkingstaak	Fenomeen	Relevantie machinist SLT
Planning	Mensen committeren zich te vroeg aan een gedetailleerd plan. De gehele context van de taak wordt onvoldoende bekeken en men begint te snel aan een subtaak.	De machinist heeft tijdens de rit en onder de 40 km/u GSM-R gebruikt zonder een helder beeld over de exacte locatie van de stop.
	Ophouden met de context waar te nemen	Het situatiebewustzijn van de omgeving van sein 494 en het waarnemen van het sein zelf waren vermoedelijk onvoldoende
	Ontwikkelen van te optimistische toekomstscenario's over hoe lang iets duurt	Het is niet bekend of dit speelde maar het is wel duidelijk dat zowel het constateren van het gedoofde sluitsein als het vinden van de juiste trein veel tijd kostte.
Taakwisseling	Er is te weinig attentie om zich te richten naar een [tweede] verstoring.	De machinist werd in beslag genomen door de taak van het kijken naar het sluitsein, hetgeen visueel een belastende taak is.
	De kosten van het omschakelen worden gezien als te hoog. Eén van de achtergronden is dat het tijd kost om goed in de andere taak te komen.	Aangezien het waarnemen van een lichtsein sterk routinematig is speelt dit geen rol.
Beslissen	Weerzin tegen verlies weegt zwaarder dan winnen. Dit betekent bijvoorbeeld dat 100 euro verliezen zwaarder weegt dan 100 euro winnen.	In het geval van de machinist zou dit betekenen dat het sluitsein zwaarder woog dan het lichtsein 494.

⁵ Deze indeling is gebaseerd op: Meij, G. Sticking to plans : capacity limitation or decision-making bias? Faculty of Social and Behavioural Sciences, University of Amsterdam, 2004 (proefschrift).

'Gezonken kosten': eerdere investeringen wegen mee. Bedoeld wordt dat men niet wil dat eenmaal geïnvesteerde kosten / tijd vergeefs zijn.

In het geval van kijken naar het sein 494 wilde de machinist het sluitsein niet uit het oog te verliezen zonder te weten of er iets aan de hand was.

Taakvervulling: het verlangen de taak af te maken

De machinist was vastbesloten (twijfelt bij de oproep per GSM-R, controleert nogmaals) te zien of er werkelijk een gedoofd sluitsein was. Een alternatief was alleen een vermoeden van een gedoofd sluitsein te melden. Ook na de reacties van twee andere treinen controleerde de machinist nog een keer om het zeker te weten.

Op alle drie informatieverwerkingstaken planning, taakwisseling en beslissing zijn aanwijzingen te vinden voor het bestaan van een 'cognitive lockup'.