



20 november 2015- Versie 1.1

Autorisatieblad

Beoordeling seinbeeld "rood-knipper"

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Scheper, CR		24-11-2015
Controle door	Coenraad, WJ		24-11-2015
Vrijgave door	Boheemen, RHM van		24-11-2015

Samenvatting

Op 21 maart 2015 heeft Prof. dr. ir. J. Schijve van de Technische Universiteit Delft aan de minister van Infrastructuur en Milieu een schriftelijk voorstel gedaan om op het Nederlandse spoorwagetrack gebruikte seinbeeld "rood" te vervangen door "rood- knipper". Vanwege de hogere attentiewaarde van een knipperend ten opzichte van een permanent rood seinbeeld zou de kans dat een machinist het rode seinbeeld "mist", en daardoor een rood sein passeert, kleiner worden. Dit document levert de benodigde onderbouwing voor de reactie op het voorstel van Prof. dr. ir. Schijve.

Uit de analyse zijn de volgende resultaten gekomen:

- De reacties van de machinisten op de proef met rood-knipper op Utrecht Centraal in 1981 waren overwegend negatief. Enkele conclusies:
 - helderheid seinbeeld laag (destijds werden gloeilampen gebruikt);
 - onrust;
 - opvallendheid wordt niet verbeterd.
- Knipperen is een krachtig middel om de aandacht te trekken maar zal irritatie oproepen als er teveel is of als het niet uitgeschakeld kan worden.
- Als knipperende rode seinen altijd gebruikt worden kan de attentiewaarde van het knipperen devalueren.
- Als veel rode seinen bij elkaar staan vermindert de extra opvallendheid van een individueel sein. Op emplacementen is zodoende sprake van inflatie van de opvallendheid, omdat daar meerdere rood-knipperende seinen aanwezig zullen zijn. De gevolgen van een STS-passage op een emplacement zijn echter in veel gevallen groter dan bij P-seinen op de vrije baan.
- Uit de STS-database en de rapportage STS-passages 2014 van IL&T volgt dat de risicoreductie door invoering van rood-knipper gering zal zijn, gezien het aantal STS-passages waarbij extra attentiewaarde van het sein het risico had kunnen reduceren.
- Seinbeeld rood-knipper heeft veiligheidsrisico's:
 - de opvallendheid van een gedoofd rood sein wordt slechter;
 - het zal lastiger zijn knipperende seinen te tellen en de positie ervan in te schatten;
 - het is onbekend of sterke aandacht voor rood-knipper andere informatie voor de machinist wellicht minder opvallend maakt;
 - de machinist ziet het sein mogelijk later, doordat hij in eerste instantie tussen twee knippermomenten naar het sein heeft gekeken.

De schatting is dat de totale investeringskosten (inclusief certificeringskosten) om rood-knipper te bouwen ruim 19 miljoen Euro bedragen. Hierin zijn niet opgenomen de kosten voor het aanpassen generieke handleidingen en instructie boeken voor operationeel personeel.

Ook niet opgenomen zijn de kosten voor instructie van operationeel personeel.

Op basis van deze resultaten zien wij geen aanleiding om het seinbeeld rood-knipper in te voeren in Nederland.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doel van het document	3
1.3 Aanpak	3
1.4 Leeswijzer	4
1.5 Begrippenlijst	4
1.6 Referenties	4
2 Effectiviteit seinbeeld rood-knipper	5
2.1 Huidig gebruik seinbeeld rood-knipper	5
2.2 Attentieverhogende werking	5
2.3 Verwachte risicoreductie	7
2.4 Veiligheidsrisico's	10
2.5 Aandachtspunten voor migratie	10
3 Kosten van invoering	12
3.1 Inleiding	12
3.2 Methode	12
3.3 Analyse	12
4 Conclusie	16
Colofon	18
Bijlage I	Huidig gebruik seinbeeld rood-knipper
Bijlage II	Verslag rood-knipper proef op Ut CS

Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 21 maart 2015 heeft Prof. dr. ir. J. Schijve van de Technische Universiteit Delft aan de minister van Infrastructuur en Milieu een schriftelijk voorstel gedaan om op het Nederlandse spoorwagetrack gebruikte seinbeeld "rood" te vervangen door "rood- knipper". Vanwege de hogere attentiewaarde van een knipperend ten opzichte van een permanent rood seinbeeld zou de kans dat een machinist het rode seinbeeld "mist", en daardoor een rood sein passeert, kleiner worden. Bij de beoordeling en voorbereiding van een reactie op dit voorstel is geconstateerd dat de hiervoor benodigde onderbouwing, in het bijzonder ten aanzien van de effectiviteit en kosten voor de uitvoering van dit voorstel, onvoldoende is.

1.2 Doel van het document

Doel van dit document is het leveren van de benodigde onderbouwing voor de reactie op het voorstel van Prof. dr. ir. Schijve. Hiervoor worden de volgende vragen beantwoord:

- In hoeverre zal toepassing van een knipperend rood in plaats van een permanent rood seinbeeld naar verwachting leiden tot reductie van het aantal STS-passages en van de daaraan verbonden risico's?
- Welke eisen, onder andere ten aanzien van de veiligheid, dienen gesteld te worden aan zowel de treinbeveiligingssystemen en seinen voor toepassing van het seinbeeld rood-knipper als aan de migratie van het permanent rode naar het knipperend rode seinbeeld?
- Wat zijn de globale kosten van een dergelijke migratie van een permanent rood naar een knipperend rood seinbeeld?

1.3 Aanpak

Het onderzoek is uitgevoerd in de volgende stappen:

1. *Inventarisatie gebruik seinbeeld rood-knipper*
Allereerst is het huidige gebruik van het seinbeeld rood-knipper vastgesteld. Hierbij zijn bekende en openbaar toegankelijke literatuurbronnen geïnterviewd en geanalyseerd.
2. *Bepaling effectiviteit*
In een workshop is de verwachte attentieverhogende werking van seinbeeld rood-knipper kwalitatief bepaald. Daarbij is ook aandacht besteed aan eventuele (nieuwe) veiligheidsrisico's die introductie van dit seinbeeld met zich meebrengt. Bij de workshop waren de volgende deelnemers aanwezig:
 - David de Bruijn, ergonom (Intergo);
 - Ronald Bresser, adviseur beveiliging (Movares);
 - Wim Coenraad, senior adviseur spoorwegbeveiliging en safety management (Movares);
 - Conny Scheper, adviseur RAMS (Movares).

In de workshop is naar het principe van rood-knipper gekeken en niet naar toepassing in specifieke situaties, onder bijzondere omstandigheden of met extra voorzieningen. Zodoende is de vraag beantwoord voor zover geen nader onderzoek nodig is.

3. *Kosten van invoering*

De bouwkosten zijn ingeschat op basis van een eenvoudig (principe) schetsontwerp per type systeem (vrije baan, emplacement in B-relais, emplacement met verschillende typen elektronische beveiliging). Voor elk van de drie varianten zijn de kosten van ombouw per sein bepaald. Vervolgens is aan de hand van een schatting van de verhouding van het aantal seinen per systeem en van het totaal aantal seinen in Nederland een indicatie gegeven van de totale investeringskosten voor de ombouw.

1.4 Leeswijzer

In paragraaf 1.5 worden de begrippen toegelicht die in dit document gebruikt worden. De referentielijst staat in paragraaf 1.6. In hoofdstuk 2 wordt de effectiviteit van seinbeeld rood-knipper geanalyseerd. Hoofdstuk 3 geeft een inschatting van de kosten van invoering. De conclusies van de analyse zijn samengevat in hoofdstuk 4.

1.5 Begrippenlijst

In deze paragraaf worden de begrippen toegelicht die gebruikt zijn in dit document.

ATB	Automatische Trein Beïnvloeding
CSM RA	Europese Norm voor Common Safety Methods for Risk Analysis and Evaluation
Emplacement	Spoorgedeelte met wissels en bediende seinen.
ES las	Elektrische scheidingslas. Scheiding tussen twee secties van de treindetectie.
GASC	Generic Application Safety Case
P-sein	Permissief sein. Dit is een automatisch sein langs de vrije baan.
S-bord	Stop bord. Een bord waarvoor een machinist verplicht is te stoppen met zijn trein.
Seinfront	Bij meerdere sporen staan de seinen op een lijn naast elkaar.
TVG	Toestemming Voor Gebruik (ProRail vrijgave procedure)
Vrije baan	Baanvak tussen twee stations of emplacementen met automatische seinen en zonder wissels.
Werkplekbeveiliging	Maatregelen om de werkplek van de baanwerker(s) veilig te maken, opdat er geen treinen kunnen komen.

1.6 Referenties

In dit document zijn de volgende referenties gebruikt:

- [Eur Railway Sig] European Railway Signalling, Institution of Railway Signal Engineers, 1995, ISBN 0-7136-4167-3.
- [Handbook comp int] Tullis, T.S. (1988). Screen design. In: Handbook of human computer interaction; Helander, M. (Ed). Elsevier, Amsterdam, 1988.
- [Reg Spoorverkeer] Regeling Spoorverkeer, bijlage 4 behorende bij artikel 24 van de Regeling Spoorverkeer.
- [Toet e.a.] Toet, A., Bentema, J., de Vries, S.C., van der Leiden, N. en Alferdinck, J.W.A.M. (2008). Vergelijking van fietsverlichtingsvormen. TNO rapport TNO-DV 2008 C238, juni 2008.

2 Effectiviteit seinbeeld rood-knipper

In dit hoofdstuk wordt vanuit een aantal invalshoeken de effectiviteit van het seinbeeld roodknipper beschreven: huidig gebruik van dit seinbeeld (paragraaf 2.1), beoordeling attentieverhogende werking (paragraaf 2.2), de verwachte risicoreductie (paragraaf 2.3), veiligheidsrisico's die de invoering van rood-knipper met zich meebrengt (paragraaf 2.4) en aandachtspunten voor migratie (paragraaf 2.5).

2.1 Huidig gebruik seinbeeld rood-knipper

In bijlage I is een overzicht gegeven van het huidige gebruik van het seinbeeld rood-knipper voor het wegverkeer, luchtvaartverkeer en de treindienst. Tevens is een opsomming gegeven van alle seinen met een stopopdracht of andere rode lichten volgens de regeling Spoorverkeer (ref. [Reg Spoorverkeer]). Uit deze bijlage volgt dat alleen in Noorwegen op het spoor het seinbeeld rood-knipper wordt toegepast zoals bedoeld door Prof. dr. ir. J. Schijve, namelijk bij alle rode seinen. In andere Europese landen wordt rood-knipper alleen toegepast bij speciale gevaarpunten. Ook voor het weg- en luchtvaartverkeer in Nederland geldt dat rood-knipper wordt gebruikt voor de aanduiding van bijzonder gevaar.

In het Nederlandse seinstelsel wordt d.m.v. knipperen een restrictiever seinbeeld weergegeven. Geel knipper wordt toegepast voor combineren (rijweg naar bezet spoor). Groen knipper (eventueel in combinatie met een cijfer) geeft een lagere waarde aan t.o.v. de baanvakwaarde. Vanuit dit oogpunt is het seinbeeld rood-knipper onlogisch, aangezien rood het meest restrictief is en rood-knipper een niet nog restrictiever seinbeeld aan kan geven.

2.2 Attentieverhogende werking

Het is uit literatuur over met name mens-computer interactie al lang bekend dat knipperen spaarzaam gebruikt moet worden, wil het een aandachtverhogende werking hebben. Hieronder worden deze richtlijnen geïllustreerd aan de hand van een bekend handboek. Tevens worden de resultaten beschreven van een proef met rood-knipper op het spoor. Daarnaast is gezocht naar onderzoek dat meer in de sfeer van verkeer ligt. Disclaimer: Er is dus geen uitgebreid literatuuronderzoek gedaan maar de bevindingen wijzen in de richting van enkele algemeen geldende en duidelijke effecten.

Proef rood-knipper

In bijlage II is het verslag gegeven van de proef met rood-knipper die gehouden is op Utrecht Centraal in april 1981. Het doel was 'roder dan rood' aan te geven, namelijk een stop met een extra korte remweg of een bijzonder gevaar. De proef is gehouden om 21:30 uur en duurde 5 minuten. De machinisten waren op de hoogte gesteld. Uit de bijlage volgt dat de reacties van de machinisten op de proef overwegend negatief waren. Enkele conclusies:

- helderheid seinbeeld laag (destijds werden gloeilampen gebruikt);
- onrust;
- opvallendheid wordt niet verbeterd.

Onderzoek uit mens-computer interactie

Een knipperend licht of kleurvlak trekt sterk de aandacht. Dit effect heeft echter enkele beperkingen. Een belangrijke toepassing ligt in de mens-computer interactie waar knipperen al heel lang wordt toegepast om de aandacht op belangrijke informatie te vestigen.

Een paar citaten hierover uit Martin Helander (1988), Handbook of Computer Interaction (ref. [Handbook comp int]).

“The use of flashing on a screen (...) will almost certainly get the user’s attention. It will almost certainly annoy the user if it is used excessively or cannot be turned off.”

Met andere woorden, de opvallendheid is zo sterk dat deze storend werkt indien niet direct functioneel. Indien een machinist zelf met groene seinen rijdt en voortdurend rode knipperende seinen ziet, kan dat storend zijn. Het is uiteraard functioneel als het zijn eigen sein is, maar dat zal niet altijd zo zijn. De attenderende werking is er echter voortdurend. Doordat het knipperen slechts af en toe relevant is kan de attentiewaarde ervan devalueren.

Als optimale waarde wordt aanbevolen:

“ For on/off flashing , the optimum blink rate appears to be 2 to 5 Hz, with a minimum “on” period of 50 %.”

De auteur (Tullis, 1988) besluit dit hoofdstuk over ‘highlighting of information’ met de volgende conclusie:

‘...there are two important points to remember about the use of highlighting. The first is that no matter which technique is used, it should be applied conservatively. Overuse of highlighting defeats its purpose. The second point is that the elements to be highlighted should be chosen carefully, since they are likely to attract the user’s attention. If the wrong elements are highlighted, the user will have more difficulty detecting the important information.’

Hieruit blijkt dat knipperen spaarzaam gebruikt moet worden. Door een teveel ervan wordt het doel dat men wil bereiken niet bereikt. Teveel wil zeggen:

- Op een emplacement waar veel rode seinen bij elkaar staan valt een afzonderlijk roodsein niet meer op. Juist op een emplacement is de extra opvallendheid relevant! De gevolgen van een STS-passage op een emplacement zijn in veel gevallen groter dan bij P-seinen op de vrije baan.
- Als rode seinen altijd knipperen is dat niet meer bijzonder en devalueert het effect van knipperen.

Per situatie zijn aanpassingen denkbaar bijvoorbeeld dat een rood sein pas gaat knipperen als de trein de voorliggende ES-las passeert. Als nadeel zou dit hebben dat een rood sein vanaf een grotere afstand in verhouding minder pregnant wordt. Spaarzaam knipperen is niet alleen gewenst in het totale blikveld. Ook als een trein halteert bij een rood sein, zou de extra opvallendheid snel wegvallen als het sein blijft knipperen.

Een ander belangrijk punt, dat kan worden doorgetrokken naar de situatie op een spoorbaan, is dat andere informatie moeilijker te zien valt. Dat zou dus niet alleen gelden voor andere knipperende lichten maar wellicht verstoort het ook de opvallendheid van niet knipperende borden of signalen. Dit laatste is een bij-effect dat zeker nader onderzocht zou moeten worden.

Onderzoek in het wegverkeer

Door TNO is in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat onderzoek gedaan naar diverse vormen van fietsverlichting, zie ref. [Toet e.a.]. Daar is ook het effect van knipperende verlichting experimenteel onderzocht. De auteurs trekken onder andere de volgende conclusies:

- De opvallendheid neemt met name toe bij lampen die zonder knipperen weinig opvallend zijn [...]. Knipperen is niet noodzakelijk voor een goede opvallendheid. Voor achterlichten draagt knipperlicht weinig bij aan hun opvallendheid. In een landelijke omgeving leidt het knipperen van achterlichtjes zelfs tot een achteruitgang in hun opvallendheid. “ ([Toet e.a.], 2008, p. 35).
- Knipperende fietslampen kunnen de koers- en snelheidsinschatting van een fietser door het andere verkeer bemoeilijken. Dit probleem zal sterker spelen naarmate meer fietsers knipperende fietsverlichting voeren. Met continu brandend licht is de koers van een fietser voortdurend waarneembaar.” ([Toet e.a.], 2008, p. 58).
- Er is geen duidelijk verband tussen de knipperfrequentie en de opvallendheid van een fietslamp ([Toet e.a.], 2008, p. 57).

Fietsverlichting in verkeer is niet hetzelfde als waarneming van seinen op een spoorbaan maar wijst naar enkele algemene effecten die algemener kunnen gelden:

- Knipperen is niet noodzakelijk, het is een ‘lapmiddel’ bij slechte opvallendheid.
- Het inschatten van koers en snelheid speelt zeker ook bij waarneming van seinen die door het blikveld van de machinist bewegen. Een machinist die de afstand en positie van een sein wil schatten, zal vermoedelijk ook gehinderd worden door knipperen. Meer knipperende seinen zijn vermoedelijk dus nog lastiger in te schatten qua positie. Zie ook paragraaf 2.4: het tellen van seinen wordt bemoeilijkt als seinen niet continu zichtbaar zijn. Het tellen van seinen en sporen om het juiste sein bij het eigen spoor te vinden is een methode die veel door machinisten wordt gebruikt.

Samenvattend

De belangrijkste argumenten bij knipperend rood sein zijn:

- Knipperen is een krachtig middel om de aandacht te trekken maar zal irritatie oproepen als er teveel is of als het niet uitgeschakeld kan worden.
- Een gunstige knipperfrequentie is 2 tot 5 Hz. Dit is hoger dan de huidige frequentie van lichtseinen (1 Hz).
- Als knipperende rode seinen altijd gebruikt worden kan de attentiewaarde van het knipperen devalueren.
- Als veel rode seinen bij elkaar staan vermindert de extra opvallendheid van een individueel sein.
- Knipperen werkt in de praktijk niet altijd attentie-verhogend, het lijkt eerder een lapmiddel bij slechte condities.
- Het is onbekend of sterke aandacht voor ‘rood-knipper’ andere informatie voor de machinist wellicht minder opvallend maakt.
- Het zal lastiger zijn knipperende seinen te tellen en de positie ervan in te schatten.

2.3 Verwachte risicoreductie

IL&T maakt jaarlijks een rapport over de STS passages van het afgelopen jaar plus een vergelijking met de laatste 5 jaar. Er is gekeken naar het meest recente rapport: STS-passages 2014.

De top 3 van hoofdoorzaken van STS passages is in het afgelopen jaar geweest (tussen haakjes het percentage voor de laatste 5 jaar):

- Procedure boord 24 % (26)
- Afleiding 21 % (15)

- Verwachting 14 % (13)
- Waarneming 8 % (9)

Hoewel niet in de top 3, is waarneming een belangrijke oorzaak, voldoende om hier ook te beschouwen.

Procedure boord

Voor procedure boord noemt het rapport de volgende secundaire oorzaken:

1. een onterecht vertrekbevel;
2. onvoldoende opleiding van het treinpersoneel;
3. regelgeving boord onvoldoende duidelijk of ontbreekt;
4. opvolgen regelgeving door treinpersoneel onjuist of niet opgevolgd;
5. andere problemen regelgeving.

Voor het eerste punt geldt dat de machinist reageert op het vertrekbevel en vergeet het seinbeeld te controleren. Mogelijk zou een knipperend sein in dat geval beter opgemerkt worden dan een statisch sein afhankelijk van kijkrichting en attentie. Echter, in die situatie heeft de machinist al geruime tijd stilgestaan voor dit knipperende sein. Het is niet waarschijnlijk dat de extra attentiewaarde er bij vertrek nog is, althans zonder verdere voorzieningen zoals een gerichte inschakeling van het knippereffect.

Procedure boord heeft verder niet met waarneming van seinen te maken.

Reductie van deze categorie is niet aannemelijk te maken door toepassing van knipperend rood.

Afleiding

Afleiding ontstaat volgens het rapport door de volgende secundaire oorzaken:

1. Gebruik van een communicatiemiddel;
2. Defect in het materieel;
3. Tijdsdruk, proberen vertraging in te lopen;
4. Personeel in de cabine;
5. Te koud of te warm cabineklimaat;
6. Omgeving, zowel in de cabine (bv dienstkaartje lezen) als erbuiten;
7. Schokkende gebeurtenis of herinnering daaraan;
8. Privé omstandigheden;
9. Anders.

Het doorbreken van afleiding kan alleen als de machinist de ogen wel ongeveer gericht heeft op het sein. Bij punt 1 en 6, en eventueel 4, is waarschijnlijk dat de machinist in een andere richting kijkt, een knipperend sein helpt dan niet. Voor de andere zaken geldt dat een sterke mentale focus op iets anders de waarneming kan storen. Dit heet ook wel het fenomeen van “inattentional blindness”. Dit fenomeen werkt tegengesteld aan het effect van knipperen maar mogelijk is de kans op “over het hoofd kijken” toch minder dan voor een statisch rood sein.

Verwachting

Voor verwachting zijn er als secundaire oorzaken:

1. Geen stoptonend sein verwacht, het spoorgebruik is anders;
2. Verwachting van toestemming van de treindienstleider tot passeren van STS;
3. Onjuiste interpretatie van voorgaand seinbeeld;

4. Verrassing, door eigen onjuiste verwachting.

In oorzaak 2 is er sprake van een misverstand, opvallendheid speelt totaal niet. In oorzaak 4 kan een knipperend sein mogelijk de verrassing eerder corrigeren. Bij de andere twee oorzaken is er eerder sprake van selectieve waarneming. Een sein dat knippert kan dan bewust worden genegeerd, ook al kan het zeer opvallend zijn. Toch is het denkbaar dat door de grote opvallendheid een keer extra naar het sein wordt gekeken en een fout gecorrigeerd. Bij elkaar is een licht positief effect van knipperen aannemelijk te maken bij verwachting.

Waarneming

De secundaire oorzaken voor verwachting zijn:

1. Belemmering door weer (inclusief laagstaande zon);
2. Belemmering door trein (cabine of ruit);
3. Belemmering buiten (obstakel);
4. Ander aspect afgelezen dan getoond is;
5. Ander sein afgelezen dan voor de rijweg bedoeld;
6. Te laat waargenomen;
7. Niet gezien;
8. Anders.

In oorzaak 1 kan een knipperend sein beter zichtbaar zijn dan een statisch sein. De bijdrage van deze oorzaak is echter gering (4% van deze hoofdoorzaak). In oorzaken 2 en 3 is ook een knipperend sein niet zichtbaar. In oorzaken 4 en 5 is een invloed van knipperen niet duidelijk. In oorzaak 6 kan extra opvallendheid de waarneming ‘verspoedigen’. Deze oorzaak is de belangrijkste binnen de hoofdoorzaak (29%). In oorzaak 7 is de invloed van knipperen niet duidelijk. Bij elkaar is een positief effect van knipperen aannemelijk te maken bij waarnemen.

Conclusie

Voor de hoofdoorzaak Procedure Boord is geen positief effect van rood-knipper aannemelijk te maken. Deze hoofdoorzaak draagt het sterkst bij in het aantal STS-passages namelijk 24%.

Voor Verwachting en Afleiding is er een licht positief effect aannemelijk te maken.

Voor Waarneming is er een positief effect te verwachten. De categorie Waarneming heeft echter van deze vier hoofdoorzaken het kleinste aandeel in het aantal STS-passages namelijk 8 %.

Daarbij is echter niet in ogenschouw genomen dat er ook nadelen kleven aan knipperend rood, zie paragraaf 2.2 en 2.4. Zo kan knipperen de waarneming ook juist hinderen of kan het effect ervan devalueren. Deze nadelen spelen juist waar het risico van STS-passages groot is, namelijk op emplacementen (ATB niet actief, veel seinen en gevaarpunten).

Database STS-passages

De database waarin gegevens over STS-passages geregistreerd staan ten behoeve van de spoorbranche (momenteel in beheer van ProRail) is bij ons aanwezig voor de jaren 2008 t/m 2012. Deze database is onderzocht om het effect van seinbeeld rood-knipper vast te stellen.

In bovengenoemde periode hebben 951 STS-passages plaatsgevonden. Indien alleen de incidenten met “waarneming is oorzaak” geselecteerd worden en uit deze selectie de STS-passages bij een S-bord verwijderd worden, blijven 23 incidenten over. Van deze 23 incidenten is de trein bij 8 STS-passages na het gevaarpunt tot stilstand gekomen. De STS-passages hadden geen gevolgen in termen van materiële schade of (letale) letsels, ze resulteerden in een aantal gevallen alleen in vertraging. We concluderen uit deze gegevens dat de risicoreductie door invoering van rood-knipper gering zal zijn.

STS-passages in Noorwegen

Er zijn te veel vragen over de vergelijkbaarheid van de STS-data van Nederland en Noorwegen om conclusies te kunnen trekken ten aanzien van het effect van rood-knipper, anders dan dat er in elk geval geen aanwijzingen in de Noorse gegevens zijn dat rood-knipper in de praktijk een risicoreductie oplevert.

2.4 Veiligheidsrisico's

De studiegroep PROZAIIS heeft toepassing van rood-knipper afgewezen. Deze groep van seinwezen deskundigen heeft hierover het volgende gemeld: ‘Voorts zou een algemeen knippen van rode seinen één gedoofde er tussen minder doen opvallen en “het gehele seinfront” der emplacementen zodanig “onrustig” maken dat de machinisten, voor wie een en ander eigenlijk toch bestemd zou zijn, het middel wellicht erger dan de kwaal zouden vinden.’

De opvallendheid van een gedoofd rood sein wordt slechter, omdat de rood-knipperende seinen eromheen af en toe uitstaan.

Aandachtspunt is dat de knipperfrequentie voor seinen op een seinfront gesynchroniseerd moet zijn. Wanneer deze seinen niet tegelijk knippen, wordt het voor machinisten lastig om te tellen welk sein voor hen geldt.

Verder kan opgemerkt worden dat de mogelijkheid bestaat dat de machinist het sein later ziet door het knippen, bijvoorbeeld wanneer op een bepaald moment een portaal voor het sein staat en het sein op dat moment brandt. Hetzelfde effect treedt op indien de machinist even afgeleid is. Op deze manier kijkt de machinist als het ware “tussen de knippers door”.

In de huidige situatie kan de machinist afgeleid worden door rode verkeerslichten langs de baan. Wanneer rood-knipper toegepast wordt, zouden de overweglichten voor afleiding kunnen zorgen. Afhankelijk van de ligging van de overweg, kunnen deze goed zichtbaar zijn voor de machinist. In zowel de huidige als de toekomstige situatie kan de machinist afgeleid worden door dezelfde signalering voor het wegverkeer. We beoordelen het verschil tussen beide situaties als verwaarloosbaar.

2.5 Aandachtspunten voor migratie

De migratie van rood naar rood-knipper is een aanmerkelijke wijziging zoals de CSM RAMS risico-analyse volgens NEN-EN-50126 onderscheidt en dus zou er een veiligheidsanalyse gemaakt moeten worden. Daarvoor zou enig aanvullend (experimenteel) onderzoek of een pilot zeker niet overdreven zijn. Dit onderzoek moet ook antwoord geven of er tijdens de migratie niet juist meer STS-passages gaan optreden als gevolg van verwarring of gewenning. Machinisten zijn gefixeerd op het seinbeeld rood, dit moet gewijzigd worden in rood-knipper. Vanwege dit

veiligheidseffect kan de migratie het beste in één nacht uitgevoerd worden, zodat het seinbeeld overal hetzelfde is. Dit is echter een zeer complexe operatie.

Daarnaast dient de werkplekbeveiliging met rood-knipper zoals geïnstalleerd in bediengebied Eindhoven verwijderd te worden.

3 Kosten van invoering

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een inschatting gegeven voor de kosten van invoering van seinbeeld rood-knipper. De volgende uitgangspunten zijn gebruikt:

- aantal seinen bij ProRail is 11.944 (bron jaarverslag 2014);
- rood-knipper moet worden aangebracht op alle seinen in Nederland.

3.2 Methode

De volgende methodiek is gebruikt:

- *step 1:* Er wordt een schatting gedaan van de verdeling van seinen over het type beveiligingssysteem.
- *step 2:* Bouwkostenschatting wordt gemaakt per type beveiligingssysteem, als directe bouwkosten.
- *step 3:* Alle deelschattingen worden bij elkaar opgeteld.
- *step 4:* De raming van totale bouwkosten is directe bouwkosten maal 1,78. Dit is een ervaringsgetal van de kostendeskundige. In de totale bouwkosten zijn dan de kosten voor organiseren van het werk meegenomen, zoals veiligheidsorganisatie, uitvoeringorganisatie, transport van materialen enzovoort.
- *step 5:* De raming investeringskosten voor beveiliging is totale bouwkosten maal 1,54. Dit is een ervaringsgetal van de kostendeskundige. In de investeringskosten zijn dan de kosten voor de engineering en ProRail project organisatie meegenomen.

3.3 Analyse

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de verschillende typen beveiligingssystemen en het bijbehorende aantal seinen.

Tabel 1: overzicht beveiligingssystemen en aantal seinen

Nr	Type beveiliging	Aantal in Nederland	Aantal seinen (Schatting)	Opmerking
1	VPI (Alstom)	84	1.205	
2	EBS (Siemens)	8	450	Rotterdam, Amersfoort, Arnhem, Hemboog, Hoofddorp, zevenbergse hoek, Breda, Kijfhoek
3	PLC interlocking	2	42	Santpoort Noord, Beverwijk
4	EBI-lock (Bombardier)	2	160	Amsterdam-Utrecht
5	EBS+ (Siemens)	2	57	Deventer, Delft
6	SML (Alstom)	3	140	Betuwroute, Hanzelijn
7	Emplacement beveiliging met B-relais	140 (schatting)	5.500	
8	Vrije baan beveiliging met B-relais	veel	4.800	40% totaal

Directe bouwkosten schatting per type beveiligingssysteem:

1 VPI

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Bij directe sturing applicatie software aanpassen (50%)
- Bij indirecte sturing interface aanpassen (50%).
- Per installatie gemiddeld 15 seinen

Bouwkosten schatting applicatie software wijzigen per installatie: Euro 3.000

Bouwkosten schatting interface wijziging per installatie: Euro 3.600

Bouwkosten schatting alle seinen 42 x Euro 3.000 + 42 x Euro 3.600 = Euro 277.200

2 EBS

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Generieke software aanpassen
- Hardware van de seinstuurkaart aanpassen, 2 seinen per interface kaart
- Applicatie software aanpassen.
- Per installatie gemiddeld 56 seinen

Kosten schatting ontwikkelen nieuwe hardware en software: Euro 600.000

Bouwkosten schatting wijzigen per installatie: Euro 225.000

Bouwkosten schatting alle seinen 8 x Euro 225.000 + Euro 500.000 = Euro 2.400.000

3 PLC interlocking

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Interface aanpassen.
- Per installatie gemiddeld 21 seinen

Bouwkosten schatting interface wijziging per installatie: Euro 4.500

Bouwkosten schatting alle seinen 2 x Euro 4.500 = Euro 9.000

4 EBI-Lock

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Interface aanpassen.
- Per installatie gemiddeld 80 seinen

Bouwkosten schatting interface wijziging per installatie: Euro 180.000

Bouwkosten schatting alle seinen 2 x Euro 180.000 = Euro 360.000

5 EBS+

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Generieke software aanpassen
- Applicatie software aanpassen.
- Per installatie gemiddeld 30 seinen

Kosten schatting ontwikkelen nieuwe software: Euro 500.000
Bouwkosten schatting wijzigen per installatie: Euro 115.000
Bouwkosten schatting alle seinen 2 x Euro 115.000 + Euro 500.000 = Euro 730.000

6 SML

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Interface aanpassen.
- Twee installatie met seinen
- Per installatie gemiddeld 21 seinen

Bouwkosten schatting interface wijziging per installatie: Euro 4.500
Bouwkosten schatting alle seinen 2 x Euro 4.500 = Euro 9.000

7 Emplacement beveiliging met B-relais

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Gebruikmaken van de bestaande knipperspanning.
- Per installatie gemiddeld 40 seinen

Bouwkosten schatting interface wijziging per installatie: Euro 9.000
Bouwkosten schatting alle seinen 140 x Euro 9.000 = Euro 176.400

8 Vrije baan beveiliging met B-relais

Uitgangspunten:

- Ontwerpvoorschriften aanpassen
- Een groep van 4 seinen wordt gestuurd uit een relaaskast
- Per 4 seinen een knipperspanning maken.

Bouwkosten schatting per groep van 4 seinen : Euro 2.200
Bouwkosten schatting alle seinen 1200 x Euro 2.200 = Euro 2.640.000

In Tabel 2 zijn de bovenstaande resultaten samengevat.

Tabel 2: directe bouwkostenschatting alle seinen

Nr	Type beveiliging	kostenschatting
1	VPI (Alstom)	277.200
2	EBS (Siemens)	2.400.000
3	PLC interlocking	9.000
4	EBI-lock (Bombardier)	360.000
5	EBS+ (Siemens)	730.000
6	SML (Alstom)	9.000
7	Emplacement beveiliging met B-relais	176.400
8	Vrije baan beveiliging met B-relais	2.640.000
	Totaal	6.601.600

De schatting van totale bouwkosten is de directe bouwkosten maal 1,78:
Euro 6.601.600 x 1,78 = Euro 11.750.848

De schatting van de investeringskosten voor beveiliging is de totale bouwkosten maal 1,54.

Euro 11.750.848 x 1,54 = Euro 18.096.306

De certificeringskosten zijn in Tabel 3 bepaald. Hierbij is aangenomen dat door de aanpassing de performance van de beveiligingsinstallatie niet wijzigt. Zodoende is er geen noodzaak voor hercertificeringen in het kader van de TSI CCS.

Tabel 3: certificeringskosten

activiteit	kosten
Aanpassen Generic Application Safety Cases	€ 20.000,- per type
Assessment aangepaste GASCs	€ 20.000,- per type
Vrijgave proces (TVG proces ProRail)	€ 4.000,-
totaal 1 type	€ 44.000,-
6 types	€ 264.000,-
Aanpassen Specific Application Safety Cases (aanne: 10% van de bouwkosten)	€ 1.327.702,00
Totale kosten	€ 1.591.702,-

De totale investeringskosten inclusief certificeringskosten zijn hiermee gelijk aan € 19.688.008,-.

4 Conclusie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse samengevat.

Inventarisatie gebruik seinbeeld rood-knipper

Alleen in Noorwegen wordt op het spoor het seinbeeld rood-knipper toegepast zoals bedoeld door Prof. dr. ir. J. Schijve, namelijk bij alle rode seinen. In andere Europese landen wordt rood-knipper alleen toegepast bij speciale gevaarpunten dan wel om de aandacht te richten op afwijkende situaties, zoals verkeerd spoor rijden.

Volgens de filosofie van het Nederlandse seinstelsel is rood-knipper geen logische keuze, aangezien een knipperend aspect altijd een restrictievere betekenis heeft dan het overeenkomstige vaste aspect. Het seinbeeld rood is het meest restrictieve aspect dat getoond kan worden en rood-knipper zou dan een “nog restrictiever seinbeeld” aangeven.

Effectiviteit seinbeeld rood-knipper

- De reacties van de machinisten op de proef met rood-knipper op Utrecht Centraal in 1981 waren overwegend negatief.
- Knipperen is een krachtig middel om de aandacht te trekken maar zal irritatie oproepen als er teveel is of als het niet uitgeschakeld kan worden.
- Als knipperende rode seinen altijd gebruikt worden kan de attentiewaarde van het knipperen devalueren.
- Als veel rode seinen bij elkaar staan vermindert de extra opvallendheid van een individueel sein. Op emplacementen is zodoende sprake van inflatie van de opvallendheid, omdat daar meerdere rood-knipperende seinen aanwezig zullen zijn. De gevolgen van een STS-passage op een emplacement zijn echter in veel gevallen groter dan bij P-seinen op de vrije baan.
- Uit de STS-database en de rapportage STS-passages 2014 van IL&T volgt dat de risicoreductie door invoering van rood-knipper gering zal zijn.
- Seinbeeld rood-knipper heeft veiligheidsrisico's:
 - de opvallendheid van een gedoofd rood sein wordt slechter;
 - het zal lastiger zijn knipperende seinen te tellen en de positie ervan in te schatten;
 - het is onbekend of sterke aandacht voor ‘rood-knipper’ andere informatie voor de machinist wellicht minder opvallend maakt;
 - de machinist ziet het sein mogelijk later, doordat hij in eerste instantie tussen twee knippermomenten naar het sein heeft gekeken.

Schatting investeringskosten

De schatting is dat de totale investeringskosten (inclusief certificering) om rood-knipper te bouwen ruim 19 miljoen Euro bedragen.

Hierin zijn niet opgenomen de kosten voor het aanpassen generieke handleidingen en instructie boeken voor operationeel personeel.

Ook niet opgenomen zijn de kosten voor instructie van operationeel personeel.

Conclusie

Op basis van deze resultaten zien wij geen aanleiding om het seinbeeld roodknipper in te voeren in Nederland.

Colofon

Opdrachtgever Ministerie Infrastructuur & Milieu
O.C. van Rooy

Uitgave Movares Nederland B.V.
Daalseplein 100
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon

Ondertekenaar Conny Scheper
RAMS adviseur

Projectnummer RA002448

Opgesteld door Scheper. C.

© 2015, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage I Huidig gebruik seinbeeld rood-knipper

In deze bijlage is een overzicht gegeven van het huidige gebruik van het seinbeeld rood-knipper voor het wegverkeer, luchtvaartverkeer en de treindienst.

Wegverkeer

In het Reglement verkeersregels en verkeerstekens is het beeld rood-knipper tweemaal vermeld:

Artikel 71

Bij overweglichten betekent:

- a. wit knipperlicht: er nadert geen trein;
- b. rood knipperlicht: stop.

Artikel 72

Bij bruglichten betekent rood licht of rood knipperlicht: stop.

Luchtvaartverkeer

De volgende lichtseinen van een plaatselijke luchtverkeersleidingsdienst aan luchtvaartuigen hebben de daarachter vermelde betekenis:

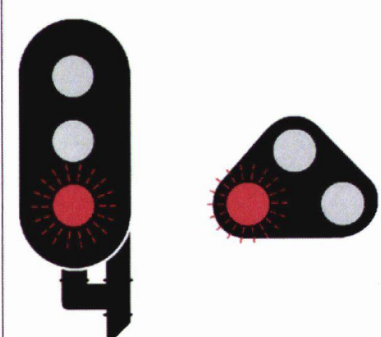
Lichtsein	Van luchtverkeersleidingsdienst naar luchtvaartuig in de lucht	luchtvaartuig op de grond
Vast groen	Klaring om te landen	Klaring om op te stijgen
Vast rood	Wijk uit voor andere luchtvaartuigen en blijf cirkelen	Stop
Groen knipperlicht	Keer terug om te landen; klaring om te landen wordt later gegeven	Klaring om te taxiën
Rood knipperlicht	Luchtvaartterrein onveilig, niet landen	Taxi vrij van de in gebruik zijnde landingsbaan
Wit knipperlicht	Land op dit luchtvaartterrein en ga naar het platform; klaring om te landen of te taxiën wordt later gegeven	Keer terug naar de plaats op het terrein waar u begonnen bent

Treindienst

Nederland

In Nederland wordt het seinbeeld rood-knipper toegepast bij seinen of werkzonalampen indien de werkplekbeveiliging geactiveerd is. Het sein knippert richting de bestuurders van werktreinen. In bediengebied Eindhoven is hiermee een proef gedaan. Deze beveiliging is nog steeds aanwezig op diverse locaties, zie het

bedienvoorschrift (BVS) Eindhoven, hoofdstuk 1.4. In Figuur 1 zijn deze seinen weergegeven conform ref. [Reg Spoorverkeer].

Nr. / Sein	Afbeelding	Betekenis
Nr. 725b Knipperen rood licht (hoog en laag)		Voor werktreinen: Stop vóór het sein. Voor de persoonlijke veiligheid: De werkzoneschakelaar voor de werkzone die ligt voor het betreffende sein is geactiveerd.

Figuur 1: rood-knipper bij werkplekbeveiliging

Rood of rood-knipperende seinen worden ook toegepast als sluitseinen op treinen.

Een opsomming van alle seinen met een stopopdracht of andere rode lichten (ref. [Reg Spoorverkeer]):

- *Seinen langs het spoor*
 - RS215: Hoog rood sein, laag rood sein (bij dit type sein zou rood-knipper toegepast kunnen worden)
 - RS215a: Hoog rood sein, laag rood sein met zwarte driehoek
 - RS513: Afsluitbord met nachtlucht (wordt gebruikt uit afschermen werkgebieden)
 - RS512B: Roodlicht / rode vlag in spoor
 - RS508: Roodlicht / rode vlag in spoor door man/vrouw
 - RS724a: Rood zwaailicht bij werkzaamheden
 - RS215b: Rood licht met gele driehoek (specifiek Amsterdam)
 - RS725b: Knipperrood voor werkzones
- *Seinen op treinen*
 - RS412a: Knipperrood op de trein als aanduiding naar het wegverkeer
 - RS413: Twee rode lampen en een of meer witte lampen
 - RS403-1 t/m 4: Rode sluitseinen op treinen

Europa

In Tabel 4 is een overzicht gegeven van het gebruik van seinbeeld rood-knipper in andere Europese landen (ref. [Eur Railway Sig]).

Tabel 4: use of flashing red

railway	meaning
ÖBB	Substitution caution signal (stop on sight)
NMBS/SNCB	All signals applicable to contraflow routes on the RH track display flashing aspects equivalent to the steady aspects shown for the LH track.
SBB	Calling on: max. 20 km/h

railway	meaning
SNCF	Max. 15 km/h stop on sight
BR	Level crossing road signals/barriers not operating
NSB	Stop: (home and block signals)

Bijlage II Verslag rood-knipper proef op Ut CS

In deze bijlage is het verslag gegeven van de proef met rood-knipper die gehouden is op Utrecht Centraal in april 1981. De proef is gehouden om 21:30 uur en duurde 5 minuten. De machinisten waren op de hoogte gesteld. Een formeel rapport van de proef is niet voor handen.

Overzicht v.d. ingezonden
opmerkingen m.b.t. de Proef Rood-
knoplicht op 15/4/81 te LACB
gehouden.

-
- Beeld maakt ik aanraken v.l. engt onrustig 2x
-
- Beeld was minder onrustig dan verwacht 2x
-
- Lichtsterkte was te veel verminderd. 12x
-
- Nervendelyt ontdoende nietbaar (ruist, meand etc.) 3x
-
- Dit voldeed niet. is onaanvaardbaar. 4x
-
- Een werkt disoriënterend op men. 2x
-
- Opvallendheid is niet verbeterd e.g. verminderd 5
-
- als ik helderder zou zijn wellicht iets, pvs 251 ASR. 1.
-
- Wellicht bruikbaar als verspringende lampen-
ware 3x
-
- Een men: Zijn rein valt niet op, dit is juist
A legendeel van wat bereikt moet worden 1x

Aan /uit verhouding zou anders kunnen, is niet beter.
Frequentie kan niet anders dan nu.
Verspringende rode lampen, zou kunnen, duur fgs milj.
Achtergrond zou altijd donker moeten.
c → 9 Volt nu
zou 0-12 Volt kunnen, eerder stuk