



INSTITUTION OF RAILWAY SIGNAL ENGINEERS

Professional Development

***Filosofie, principes, functies en systemen
voor de Nederlandse spoorwegbeveiliging***

Voor experts, management en andere betrokkenen
in de branche van spoorwegbeveiliging

Augustus 2012



(foto copyright: ProRail)

Colofon

IRSE Dutch Section

Werkgroep Professional Development

Reacties: [maarten.vanderwerff<at>prorail.nl](mailto:maarten.vanderwerff@prorail.nl).

Uitgave: augustus 2012.

Copyright © 2012 IRSE NL. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| Pagina 4 | Voorwoord |
| Pagina 7 | De Nederlandse beveiligingsfilosofie |
| Pagina 15 | De Nederlandse beveiligingsprincipes |
| Pagina 25 | De Nederlandse beveiligingsfuncties |
| Pagina 29 | De Nederlandse beveiligingssystemen |
| Pagina 31 | Nawoord |

VOORWOORD

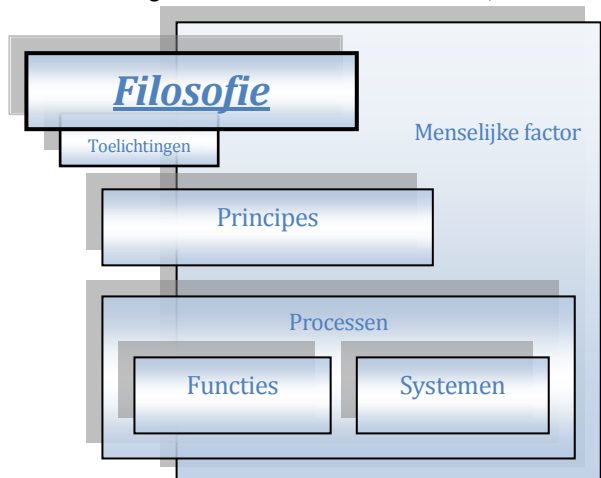
Aanleiding

Spoorwegbeveiligingssystemen hebben tot doel risico's voor het railverkeer uit te sluiten. Die risico's volgen uit de kenmerken van railverkeer: een geleid verkeerssysteem met voertuigen met hoge massa, zich voortbewegend met stalen wielen op stalen spoorstaven. De voertuigen kunnen niet zelf hun weg kiezen en dus conflicten niet uit de weg gaan. Fouten in het geleidingssysteem zouden kunnen leiden tot ontsporingen. Remwegen zijn in het algemeen langer dan de afstand die de bestuurder van het voertuig kan overzien, zodat het zogenaamde rijden op zicht is uitgesloten. De belangrijkste risico's zijn ontsporen van treinen en het botsingen met andere treinen, kruisend verkeer en werkenden in het spoor.

Filosofie, principes, functies en systemen voor spoorwegbeveiliging

De werkgroep Professional Development van de IRSE Dutch Section heeft tot doel de kennisontwikkeling van medewerkers in de beveiligingsbranche in Nederland te bevorderen. Een groep vakgenoten heeft tot doel de basiskenmerken van spoorwegbeveiliging te ontsluiten en te borgen. De teksten zijn opgesteld door experts, samen met experts in ontwikkeling. Door discussie met elkaar en in eigen werkomgeving en het lezen en analyseren van oude en meer recente documenten. Het resultaat noemen we de filosofie van beveiligen van het railverkeer in Nederland, d.w.z. de theorie van het elimineren of beperken van risico's van potentieel gevaar in de life cycle van spoorwegbeveiliging. Hierop kan worden teruggevallen als basis voor het werk in het vakgebied.

Van deze filosofie worden de beveiligingsprincipes afgeleid. Dat zijn de uitgewerkte grondslagen voor beveiligen, die in de tijd gezien aan verandering onderhevig kunnen zijn.



De principes passen zich aan bij de veranderende omgeving, evenals de functies en de systemen. De beveiligingsfilosofie is tijdloos, de beveiligingsprincipes kunnen in de tijd gezien naar behoefte worden aangepast. Het model op de vorige pagina toont het verband tussen filosofie en de bijbehorende principes, functies, systemen, de menselijke factor en de processen bij het uitvoeren van het railvervoer.

Doelgroepen

Dit document is bruikbaar voor specialisten in het vakgebied om met inzicht en overzicht risico's te verminderen. Maar het document is ook voor managers en andere betrokkenen in de branche om inzicht te geven waar het werk in de beveiliging op gestoeld is.

Beveiligen ingewikkeld?

Soms wordt de vraag gesteld: “waarom is het zo ingewikkeld?”. Hierboven is beschreven dat risico's moeten worden voorkomen. Dat wil zeggen, om treinverkeer veilig, maar ook efficiënt af te wikkelen, moeten we garanties kunnen geven en tegelijk geen onnodige belemmeringen veroorzaken. Het spoorwegbeveiligingssysteem staat daarbij centraal. Rekening houdend met het proces van het rijden van treinen, inclusief de raakvlakken met de omgeving. Maar ook met techniek waarvan we willen dat falen geen onveilige gevolgen heeft. En de regels daarbij voor bedenkers, makers, gebruikers en uitvoerenden. De combinatie van al die factoren samen, en de hoge kwaliteitseisen die we aan het resultaat stellen, veroorzaken de mate van complexiteit die wordt ervaren.

Dit document had in 1839, toen de eerste trein in ons land reed, niet opgesteld kunnen worden. In een veranderende omgeving leerden we, en leren we nog steeds, fouten te voorkomen. Een document als dit is daarom nooit volledig, maar vraagt een bijdrage van alle gebruikers op weg naar een volgende, betere versie. Uw reacties zijn welkom!

-0-0-0-0-



Risico = kans x effect

(Bron: Wild Pixels, Bruno Raymond, Flickr)

1 DE NEDERLANDSE BEVEILIGINGSFILOSOFIE

Toelichtingen

Processen met risico's zijn: trein- en rangeerbewegingen, werkzaamheden, calamiteiten, doorsnijden (overwegen, bruggen, tunnels). Producten zijn spoorstaaf, wissel, brug, etc.. De omgeving bestaat uit het vervoerssysteem, het capaciteitsmanagementsysteem, het verkeersleidingsysteem, de infrastructuur en de externe invloeden.

Het gestelde is bij hoofdspoorwegen (ook de HogeSnelheidsLijn), opstelreinen of eenvoudiger exploitatievormen (o.a. LightRail) niet precies hetzelfde; elk van die gevallen kent daardoor een specifieke (invulling van de) beveiligingsfilosofie.

Het treindienstproces is dermate complex geworden dat niet zonder vorm van spoorwegbeveiliging kan worden volstaan. Daarom zijn middelen ingevoerd om de mens te ondersteunen en de veiligheid op het gewenste niveau te brengen. De technische middelen die hierbij worden ingezet vormen tezamen het spoorwegbeveiligingssysteem; hieronder wordt verstaan het geheel van technische middelen en reglementaire bepalingen ter voorkoming van ongevallen bij het rijden van treinen. Tenslotte is de werking van de beveiliging van de treinenloop mede gebaseerd op het voorkomen van in het verleden plaatsgevonden ongevallen.

Filosofie

Het railverkeerssysteem heeft zijn eigen karakteristieke risico's. Deze worden veroorzaakt door enerzijds mensen, anderzijds door de eigenschappen van de producten en van de processen binnen dat railverkeerssysteem, en hun interactie, zowel onderling als met de omgeving.

Bij het bepalen van de aard en omvang van die risico's, en de maatregelen ter beperking van de gevolgen daarvan, is het van belang systematische risicoanalysemethoden te hanteren. De gehanteerde grondbeginselen fungeren daarbij als uitgangspunt. De veiligheid van het railverkeer is op deze benadering gebaseerd.

Veiligheid is de gespecificeerde afwezigheid van gedefinieerde risico's. Veiligheid wordt hier gedefinieerd als de mate van afwezigheid van gespecificeerde oorzaken van een gevaarlijke situatie en/of de mate van aanwezigheid van beschermende maatregelen tegen deze potentiële oorzaken.

Beveiliging van het railverkeer wordt hier gedefinieerd als het geheel van maatregelen, methoden, middelen en procedures die de risico's die samenhangen met het railverkeer moeten beperken. Het betreft veiligheidsrisico's voor reizigers, goederen, ander erbij betrokken verkeer, personeel en omwonenden.

Het beveiligingssysteem is bedoeld als middel om de veiligheidsrisico's van menselijk ingrijpen in het treinproces tot aanvaardbaar niveau terug te dringen. Door de toename van het treinverkeer in combinatie met technologische ontwikkelingen wordt aan de techniek een steeds belangrijker rol toegekend. De treinbestuurder en treindienstleider blijven verantwoordelijk, maar door de technische mogelijkheden wordt een zwaarder beroep gedaan op het personeel dat de techniek specificeert, ontwikkelt, ontwerpt, installeert, verifieert, valideert, in werking stelt, repareert, reviseert, beheert en in stand houdt. Dit betekent dat dit personeel met procesbeschrijvingen en middelen (bijvoorbeeld tooling) wordt ondersteund. Echter, die techniek kan zelf ook falen, het risico daarvan vraagt om aanvullende maatregelen. Verder is terugkeer naar de normale (ongestoorde en veilige) toestand niet mogelijk zonder menselijk ingrijpen in het railverkeerssysteem. Dit vergt specifieke maatregelen, immers de kans op menselijk falen is vele malen groter dan de kans op falen van de techniek ($\text{risico} = \text{kans} \times \text{effect}$)

Door toepassing van de beveiligingsfilosofie kan voor railgebonden verkeer worden bepaald door welke middelen en methoden veiligheid wordt bereikt.

De mate van veiligheid wordt bepaald door de mate waarin de risico's worden beheerst door:

- Het wegnemen van oorzaken;
- De kans op optreden te verlagen;
- De gevolgen te beperken.

Voor de uitoefening van hun taak in het vervoersproces moeten treinbestuurders zich houden aan de voorschriften betreffende de opdrachten en toestemmingen. Verder moet de treindienstleider de beveiligingsinstallatie bedienen volgens de voorschriften. Voor een goede communicatie tussen betrokkenen en voor een juiste interpretatie leidt dit tot eisen aan systemen en processen.

Het realistische niveau van veiligheid wordt ook aangeduid met ALARP (As Low As Reasonably Practicle).

Wet- en regelgeving stellen kaders voor de te bereiken niveaus van veiligheid. De wet- en regelgeving m.b.t. de spoorwegveiligheid bestaat uit Europese, nationale en bedrijfsvoorschriften. Door het volgen van (inter-) nationale processtandaards en kwaliteitssystemen wordt de kwaliteit van bedrijfsprocessen geborgd en continu verbeterd.

Het realistisch haalbare niveau van veiligheid wordt bepaald op basis van zorgvuldige bedrijfseconomische afwegingen. In deze afwegingen spelen de volgende aspecten een rol, die met elkaar op gespannen voet staan:

- Capaciteit: het benutten van de aanwezige railinfrastructuur;
- Veiligheid: het beheersen van alle veiligheidsrisico's;
- Kwaliteit: het faciliteren van de processen van spoorwegondernemingen;
- Kosten: een acceptabel kostenniveau voor capaciteit, veiligheid en kwaliteit.

De werking van een railverkeerssysteem wordt onderscheiden in afwisselende perioden waarin de functievervulling van dat systeem correct, dan wel incorrect verloopt. De overgang van de ene toestand in de andere treedt in het algemeen op door een (ver-)storing in de procesgang, resp. omgekeerd door herstel ervan. Het railverkeerssysteem wordt dan beperkt of niet operationeel resp. weer operationeel, het beveiligingssysteem raakt bij een defect gestoord resp. na herstel weer ongestoord. Bij gestoorde installatie en bij werkzaamheden gelden andere regels dan bij de ongestoorde situatie.

Ieder toegevoegd systeem(-deel) is op zich een bron van verstoring en is zodoende oorzaak van lagere beschikbaarheid. Regel is daarom wat niet bijdraagt aan de veiligheid niet in de beveiliging opgenomen moet worden, mede om de kosten te beperken.

De eisen voor het efficiënt en effectief afwikkelen van het treinverkeer zijn in Nederland relatief hoog. Dit wordt veroorzaakt door het drukkerе treinverkeer bij gelijkblijvende beschikbare ruimte.

Veiligheid bestaat uit de aspecten techniek, organisatie en menselijk gedrag.

Karakteristiek voor de opbouw van het railverkeerssysteem is, dat er twee veilige toestanden zijn: de normale, gewenste (d.w.z. beheerste, gecontroleerde) operationele toestand en de toestand waarbij het treinverkeer tot stilstand is gebracht.

Door in de technische middelen, die samen het beveiligingssysteem vormen, essentiële functionaliteit op te nemen kan een hoog niveau van veiligheid worden bereikt. Onder essentiële functionaliteit wordt verstaan de veiligheidskritische functionaliteit en de functionaliteit die minimaal nodig is voor het efficiënt en effectief afwikkelen van het treinverkeer.

Iedere toevoeging van functionaliteit kan effect hebben op veiligheid en beschikbaarheid.

De treinbestuurder heeft zelf te weinig mogelijkheden gevaarlijke situaties te voorkomen. In tegenstelling tot lucht-, scheepvaart- en wegverkeer heeft de treinbestuurder niet de mogelijkheid om een gevaarlijke situatie te ontgaan, hij kan slechts door remmen proberen tijdig voor het gevaarpunt tot stilstand te komen. Hierbij speelt ook nog de relatief lange remweg (wegens de geringe wrijvingscoëfficiënt tussen stalen wiel en rail). Ook kan de treinbestuurder de veilige berijdbaarheid van sporen, wissels, bruggen en overwegen bij hogere snelheden niet zelf beoordelen; immers van "op zicht rijden" kan met zo'n snelheid niet meer gesproken worden. Het beoordelen van de route die zal volgen is dan niet goed mogelijk; ook kan hij het gedrag van andere verkeersdeelnemers niet tijdig inschatten.

In de beveiliging van een HogeSnelheidsLijn, Betuweroute of Lightrail kunnen bij dat type spoorwegen specifieke maatregelen zijn genomen.

Een toestand wordt als veilig beschouwd als de risico's uit de volgende onveilige situaties in voldoende mate worden voorkomen:

- A. Botsingen (frontaal, achterop, flank) tussen treinen onderling;
- B. Botsingen tussen trein- en kruisend verkeer;
- C. Botsingen tussen een trein en een object;
- D. Ontsporing door een onderbreking in het doorgaand spoor (niet aansluitende wisseltong of brug);
- E. Ontsporing door overschrijding van de door de infrastructuur toegelaten maximum snelheid (beperkte snelheid in bogen);
- F. Ontsporen en botsen als gevolg van werkzaamheden;
- G. Ontsporen door spoorstaafbreek;
- H. Ontsporen door onjuiste spoorligging of –constructies;
- I. Botsing door falen van systemen
- J. Ontsporing met als oorzaak defect materieel.

Er zijn risico's die niet met systemen voor spoorwegbeveiliging worden tegengegaan, sommige worden beheerst in andere delen van het railverkeerssysteem (inclusief reglementering). Meer of minder risico's als gevolg van het type vervoer of door de omgeving kunnen leiden tot meer of minder maatregelen.

Door zowel de spoorwegen als de industrie zijn methoden ontwikkeld waarmee de beveiligingsinstallaties hun veilig functioneren waarborgen gedurende de hele levenscyclus. Deze methoden borgen dat de kans op ongevallen als gevolg van technische onvolkomenheden door uitval of storing acceptabel is.

Door kwantificering van de vereiste vrijwaring van risico's en de keuze van daarmee gerelateerde maatregelen in techniek en processen ontstaan verschillen in de gradatie van veiligheid.

De risicoanalyse van het railverkeerssysteem moet worden getoetst met een evaluatie waarmee een verdere verhoging van de veiligheid kan worden bereikt.

Door de resultaten van een evaluatie van het railverkeerproces terug te koppelen naar de beherende instanties wordt geborgd dat het gewenste niveau van veiligheid wordt gehandhaafd. Monitoring en registratie in welke vorm dan ook dragen bij aan die evaluatie.

Rapportages als onderdeel van een veiligheidszorgsysteem vormen het fundament voor handhaven of verbeteren van de veiligheid. Ze beschrijven de ongewenste incidenten op drie gebieden:

- het beveiligingssysteem en zijn faalwijzen,
- de bedienaars en hun handelen en
- de situatie die daarvan het resultaat is (organisatorische, situationele of systematische fouten).

Van systemen die in bedrijf zijn moet na vermeend onveilig falen onderzoek plaatsvinden, dit ter bepaling of er sprake is van zeldzaam uniek falen, een foutief ontwerp, onverwacht gewijzigde omstandigheden, dan wel het begin van een verstoring, waarvan de invloed zich mogelijk zelfs nog verspreidt.

-0-0-0-0-



“...Het risico op ontsporen door onjuiste spoorligging of – constructies wordt in Nederland buiten het het treinbeveiligingssysteem beheerst...(beveiligingsprincipe)”

Spoorspatting (foto copyright: ProRail)

2 DE NEDERLANDSE BEVEILIGINGSPRINCIPES

2.1 *Relatie beveiligingsprincipes met de treinbeveiligingsfilosofie*

In de beveiligingsfilosofie is beschreven dat het railverkeer beveiligd wordt tegen spoorgerelateerde risico's op basis van een continue beoordeling van deze risico's, de risico-evaluatie. De voornaamste principes waarmee de risico's worden beheerst worden de beveiligingsprincipes genoemd.

Risico's, oorzaken, beveiligen, beveiligingsprincipes, functionaliteit en systemen hangen met elkaar samen. De figuur op de volgende bladzijde geeft deze samenhang weer. Toepassen van beveiligingsprincipes voor treinbeveiliging heeft tot doel de kans van een risico te verlagen of de gevolgen van een risico te beperken. De beveiligingsprincipes gelden als uitgangspunt voor de functies in het beveiligingssysteem. Naast de beveiligingsprincipes gelden ook de voorwaarden voor veilig gebruik en voorwaarden voor veilige toepassing, de gebruiksvoorwaarden respectievelijk de toepassingsvoorwaarden. In de verdere uitwerking richting systemen kunnen vanwege gekozen ontwerp oplossingen, toegepaste techniek en toegepaste producten eveneens gebruiks- en toepassingsvoorwaarden worden gesteld.

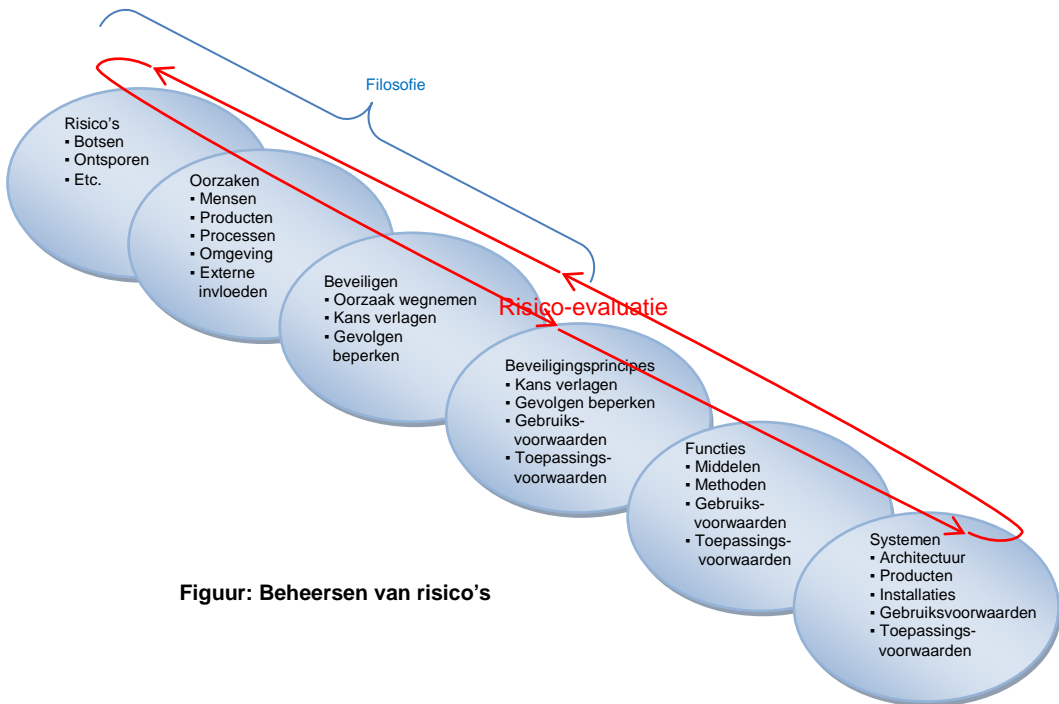
Doel van het railverkeer is veilig en efficiënt vervoeren van mensen en goederen via railgebonden vervoer. De voornaamste processen hierbij zijn:

- Rijden met treinen;
- Rangeren met rangeerdelen (binnen een gebied);
- Werken aan of in de nabijheid van de infrastructuur (binnen een werkgebied).

Om een veilige afwikkeling van het railverkeer mogelijk te maken dienen de volgende garanties te worden geboden:

- I Veilige routes, rangeerroutes of rangeergebieden;
- II Veilig materieel;
- III Veilige uitvoering van werkzaamheden;
- IV Veilige kruising met wegverkeer.

De mate van veiligheid van bovenstaande garanties is de mate van afwezigheid van onderstaande risico's.



Figuur: Beheersen van risico's

De voornaamste¹ onderkende risico's zijn (tussen haakjes is de relatie met de te bieden garanties gegeven):

| | | |
|---|--|------------------|
| A | Botsen tussen treinen onderling; | (I) |
| B | Botsen tussen trein en kruisend verkeer; | (I, IV) |
| C | Botsen tussen trein en een object | (I, III) |
| D | Ontsporen door onderbreking in doorgaand spoor (wisseltong, open brug, enz.) | (I, III) |
| E | Ontsporen door overschrijding van de maximum snelheid | (I, III) |
| F | Ontsporen en botsen als gevolg van werkzaamheden | (I, III) |
| G | Ontsporen door spoorstaafbreuk | (I) |
| H | Ontsporen door onjuiste spoorligging of – constructies | (I, III) |
| I | Botsen of ontsporen door falen van systemen; | (I, II, III, IV) |
| J | Ontsporen met als oorzaak defect materieel | (II) |

Of het risico in het treinbeveiligingssysteem moet worden beheerst is afhankelijk van factoren, zoals:

- De kans van optreden van het risico;
- De mate waarin de kans afhankelijk is van menselijk falen;
- De ernst of effect van het risico;
- De economische haalbaarheid.

De risico's A t/m F worden in Nederland over het algemeen door maatregelen in het treinbeveiligingssysteem beheerst. De risico's G t/m J worden in Nederland over het algemeen door maatregelen buiten het treinbeveiligingssysteem beheerst, zoals toelating, onderhoud en inspectie.

Naast maatregelen om een veilige afwikkeling van het spoor mogelijk te maken zijn in het treinbeveiligingssysteem ook maatregelen genomen, die ten doel hebben:

- een zo efficiënt mogelijk gebruik van de railinfrastructuur mogelijk te maken;
- de goede doorstroming van kruisend verkeer² na te streven.

¹ De lijst van risico's en oorzaken is nooit volledig. Deze kan ook afhankelijk zijn van de geografie. Bij gewijzigde omstandigheden ontstaan nieuwe risico's en nieuwe oorzaken of vervallen risico's en/of oorzaken. Een continue risico-evaluatie is noodzakelijk. Ontsporen door b.v. harde wind op de Moerdijkbrug van de HSL is een introductie van een nieuwe oorzaak bij het bestaande risico ontsporen. De gewijzigde omstandigheid is de snelheid.

Het treinbeveiligingssysteem functioneert alleen dan goed als ook aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- Alle specificaties van materieel, beveiliging, energievoorziening en spoorinfrastructuur (spoorbreedte, PVR) zijn op elkaar afgestemd (baan – treinintegratie);
- Materieel, energievoorziening en infrastructuur blijven voldoen aan de specificatie;
- Er wordt blijvend voldaan aan de gebruiksvoorwaarden³.

2.2 Beveiligingsprincipes

Beveiligingsprincipe 1: Exclusief toewijzen

Risico's A, B en F kunnen worden beheerst door uit te sluiten dat meerdere gebruikers zich gelijktijdig op dezelfde plek kunnen bevinden.

Principe: Slechts één gebruiker⁴ krijgt toestemming (=autorisatie) zich naar een gedefinieerd gedeelte⁵ van de spoorweg te begeven of zich daar te bevinden..

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

1A: Een trein krijgt toestemming tot het berijden van sporen, wissels en kruisingen;

1B: Het wegverkeer krijgt toestemming het spoor te kruisen (overweg);

1F: Een werkploeg krijgt toestemming een werkgebied te betreden.

² Te veel hinder voor kruisend verkeer veroorzaakt daarnaast het indirecte risico op ten onrechte passeren van overwegen.

³ Gebruik kan in de tijd gezien veranderen en de risico's beïnvloeden hetgeen aanvullende maatregelen noodzakelijk maakt.

⁴ Naast treinen en rangeerdelen zijn er gebruikers als kruisend verkeer (wegverkeer, scheepvaart), werkploegen, enz.

⁵ Gedefinieerd gedeelte wordt bepaald door de genoemde processen: een route, een begrensd (rangeer- of werk)gebied, het kruisingsvlak tussen spoorweg en (water)weg, enz.

Beveiligingsprincipe 2:

Gebruiksgarantie

Risico's A, B, C, D en F kunnen worden beheerst door in de autorisatie aan de gebruiker een aantal garanties te bieden dat het gedefinieerde gebied geschikt is voor het beoogde gebruik.

Principe:

Een autorisatie geeft de gebruiker volgende garanties:

- het toegewezen gedeelte is vrij van of vrijgegeven door andere gebruikers (zie 1);
- het toegewezen gedeelte is geschikt (onbelemmerd) voor het beoogde gebruik;
- beweegbare elementen liggen in de voor het gebruik benodigde positie;
- het gebied blijft exclusief aan hem toegewezen totdat zeker gesteld is dat hij het gebied niet meer gebruikt.

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

2A/2C/2D:

De route is veilig berijdbaar (veilige route).

2B:

Het spoor kan veilig gekruist worden (veilige kruising).

2F:

Het werkgebied is afgeschermd van treinverkeer (veilig werkgebied).

Beveiligingsprincipe 3:

Gebruiksvoorwaarden

Risico's A, C, E en F kunnen beheerst worden door bij de autorisatie randvoorwaarden voor veilig gebruik te stellen. Deze zijn afhankelijk van het beoogde gebruik.

Principe:

In de autorisatie worden de relevante voorwaarden voor veilig gebruik gesteld zoals tijd, ruimte, grenzen, richting, snelheid en bezet spoor.

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

3A/3C:

Autorisatie definieert het einde van de route.

3E:

Autorisatie definieert de maximum toegestane snelheid.

3F:

Grenzen van het werkgebied moeten gedefinieerd zijn.

Beveiligingsprincipe 4:

Bewaken garanties

De voorwaarden voor de gebruiksgarantie kunnen nadat de autorisatie reeds gegeven is niet meer valide blijken te zijn. Dit risico dient beheerst te worden door de gebruiker te waarschuwen als niet meer voldaan wordt aan de voorwaarden.

Principe:

Als niet meer aan de voorwaarden voor autorisatie is voldaan (o.a. door storing wissel, melding bezet spoor) dient de gebruiker gewaarschuwd te worden.

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

4A/4C/4D:

Treinverkeer wordt gewaarschuwd door intrekken of beperken van de autorisatie.

4B:

Wegverkeer wordt gewaarschuwd.

4F:

Werkploeg wordt gewaarschuwd.

2.3 Gebruiksvoorwaarden

Bij de beveiligingsprincipes 1 en 2 geldt als voorwaarde dat een gebruiker zich niet zonder toestemming op de spoorweg bevindt. Bij beveiligingsprincipe 3 geldt dat aan de voorwaarden voor veilig gebruik moeten worden voldaan.

Gebruiksvoorwaarde 1: Geen toegang zonder toestemming
Voorwaarde De gebruiker betreedt de spoorweg niet zonder toestemming.

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

1A: Trein gaat niet rijden niet zonder toestemming.

1B: Wegverkeer houdt zich aan de verkeersregels met betrekking tot overwegen.

1F: Werkploeg betreedt de spoorweg niet zonder toestemming.

Gebruiksvoorwaarde 2: Geen toegang buiten de grenzen
Voorwaarde De gebruiker verlaat het aan hem toegewezen gebied niet zonder toestemming.

Voorbeelden in relatie tot de risico's:

2A: Trein/rangeerdeel blijft binnen zijn rijweg.

2F: Werkploeg blijft binnen het werkgebied.

Gebruiksvoorwaarde 3: Opvolgen gebruiksvoorwaarden
Voorwaarde De gebruiker voldoet aan de randvoorwaarden voor veilig gebruik.

Voorbeeld in relatie tot de risico's:

3A: Treinen houden zich aan de maximum toegestane snelheid.

2.4 Toepassingsvoorwaarden

Bij de gebruiksvoorwaarden 1, 2 en 3 hoort de voorwaarde dat de gebruiker geïnformeerd is over de inhoud van de toestemming en dat hij ook in staat wordt gesteld de toestemming correct op te volgen.

Toepassingsvoorwaarde 1: Duidelijke informatie

Voorwaarde: De gebruiker dient geïnformeerd te worden over de omvang en inhoud van de autorisatie (o.a. mogelijk bezetspoor).

Voorbeeld in relatie tot de risico's:

1A: De grenzen van een autorisatie moeten duidelijk te herkennen zijn door de gebruiker.

Toepassingsvoorwaarde 2: Adequate (tijdige) informatie

Voorwaarde: De gebruiker moet in staat worden gesteld aan de randvoorwaarden voor veilig gebruik te kunnen voldoen.

Voorbeeld in relatie tot de risico's:

2A: Een opdracht tot afremmen moet tijdig gegeven worden zodat de treinbestuurder ook in staat wordt gesteld de gewenste snelheid tijdig te bereiken.

2.5 *Aandachtspunten*

Aandachtspunten, die van invloed zijn op een doelmatige inrichting van de beveiliging (niet direct beveiligingsprincipes):

Bij overwegen:

- Voorrangsituatie is geregeld;
- De goede doorstroming van wegverkeer moet worden nagestreefd;
- De overwegbeveiliging is afgestemd op de drukte van het wegverkeer en de drukte van het treinverkeer.

Bij bruggen:

- Voorrangsituatie is geregeld;
- De goede doorstroming van scheepvaart moet nagestreefd worden;

Bij omgeving en sabotage:

- Het veiligheidsniveau van de beveiligingsinstallatie mag niet worden aangetast door de omgeving en de beveiligingsinstallatie mag geen negatieve effecten hebben op de omgeving;
- Van oorsprong zijn in de beveiliging geen maatregelen getroffen waarmee de effecten van sabotage worden uitgesloten.

-0-0-0-0-



“Het gebruik kan in de tijd gezien veranderen en de risico’s beïnvloeden, hetgeen aanvullende maatregelen noodzakelijk maakt” (Gebruiksvoorwaarde beveiligingsprincipe). ‘Train Protection’ in 1825 gerealiseerd door een bewaker met vlag (foto copyright: Alstom)



“Slechts één gebruiker krijgt toestemming (=autorisatie) zich naar een gedefinieerd gedeelte van de spoorweg te begeven of zich daar te bevinden (beveiligingsprincipe 1)”

De moderne vorm van ‘Train Protection’ op de HSL Zuid, op de foto de uiterlijke kenmerken van de ERTMS-baanbeveiliging (foto copyright: Infrasppeed)

3 DE NEDERLANDSE BEVEILIGINGSFUNCTIES

3.1 *Functies om het doel te bereiken*

Met een functie wordt beschreven wat van een technisch systeem wordt verwacht. Functies beschrijven de doelmatigheid van een systeem: ze zijn in overeenstemming met doelstellingen, verwachtingen en definities, zodanig dat het systeem de gewenste output levert. De productiviteit van een systeem dat de functie vervult wordt bepaald door een combinatie van capaciteit, doorvoersnelheid, responsietijd en beschikbaarheid.

Om het railverkeer te kunnen beheersen worden door een combinatie van technische voorzieningen voor beheersing en beveiliging de volgende functies uitgevoerd:

- Vrijgeven rijwegen
- Vrijgeven rangeergebied
- Ter beschikking stellen werkgebied
- Vrijgeven handbediende elementen
- Bedienen aanstuurbare elementen
- Sturen aanstuurbare elementen
- Informeren over de verkeerstoestand
- Waarschuwen voor naderend treinverkeer
- Registreren systeemgebruik en -gedrag
- Beheren systeem
- Functionele eisen aan interfaces (extern, intern)

Overeenkomstig het gestelde in de filosofie, wordt bij het functioneel specificeren van de beveiliging alleen dat wat bijdraagt aan de veiligheid in de beveiliging opgenomen. De belangrijkste functies van een beveiligingssysteem zijn:

- Conflictvrije routes door uitsluiten en vergrendelen (interlocking);
- Het geven van toestemming om te rijden en opdracht om te stoppen (autorisatie);
- Het waarschuwen van wegverkeer voor een naderende trein (overwegen);
- Het in de trein bewaken dat de machinist zich houdt aan de gegeven toestemmingen of opdrachten (treinbeïnvloeding);
- Het creëren van een veilige werkplek voor baanwerkers (werkplekbeveiliging);
- Weten waar de treinen zich bevinden (treindetectie);
- Het controleren en sturen van de juiste stand van beweegbare elementen in het spoor (sturing en signalering buitenelementen).

Voor het gebruik in verschillende processen is een verdere detaillering van deze functies noodzakelijk; dit leidt uiteindelijk tot een niet-limitatieve lijst van ca. 100 (deel-)functies.

3.2 Eisen aan functies

Bij het uitvoeren van functies moeten de hiervoor beschreven risico's vermeden worden. Die risico's, en dus ook de functies, verschillen afhankelijk van omstandigheden, omgeving, exploitatievorm etc. Aangetoond moet worden dat:

- de risico's in de beveiliging op afdoende manier gemitigeerd worden en
- in het ontwerp geen nieuwe risico's geïntroduceerd worden.

Om van een veilig systeem te kunnen spreken moeten de functies voldoen aan veiligheidseisen. Ook andere eisen (bijvoorbeeld voor beschikbaarheid) hebben invloed (soms indirect) op de veiligheid. Bij implementatie van de functies moet dan ook worden voldaan aan in totaal enkele duizenden eisen (o.a. de zgn. functional requirements voor interlocking en system requirements voor ERTMS). Deze eisen zijn in overeenstemming met de Europese standardeisen, die voortkomen uit de internationale standaardisatieprojecten.



Besturen en bedienen



GSM-R via RBC



Electronisch

Interlocking

of



Relais



Seinen, wissels, overwegen, etc.

Beveiligingsystemen

4 DE NEDERLANDSE BEVEILIGINGSSYSTEMEN

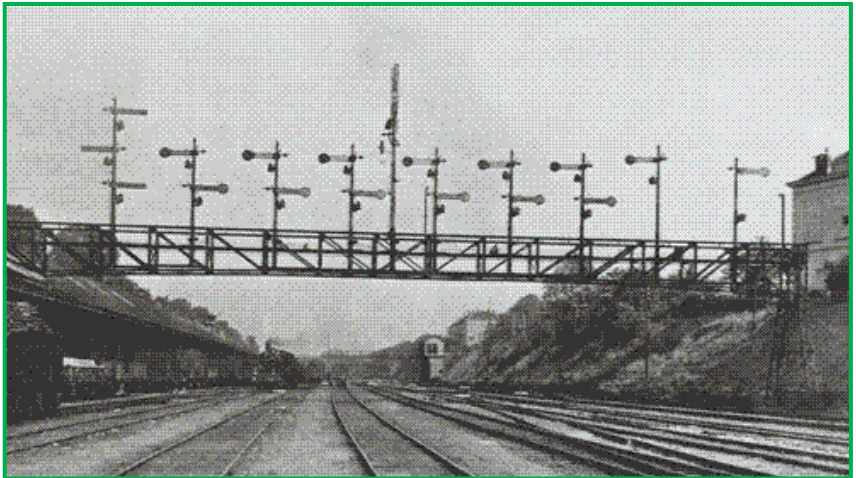
De combinatie van functionaliteit, performance en kosten die nodig is bepaalt de technische invulling van de beveiligingsfilosofie in de systemen die worden toegepast. Ofwel: welke risico's moeten worden beheerst, welke functies zijn daarvoor nodig. En dus: tot welke systemen (=functievervullers) leidt dat?

Iedere vereiste functie moet toegewezen worden aan een subsysteem in de architectuur. De systeemarchitectuur bestaat uit:

- Een beschrijving van de subsystemen (statisch, componenten en hun samenhang);
- Het concept van uitvoering (dynamisch, interactie tussen de componenten);
- Het interface-ontwerp.

De volgende subsystemen komen in de architectuur van het Nederlandse systeemlandschap voor (zie de figuur op de vorige bladzijde):

| <u>Systeem</u> | <u>Doel</u> |
|---|--|
| Interlocking | Borgen conflictvrije routes door uitsluitingen en vergrendelingen |
| Radio Block Centre (RBC) | Informatieuitwisseling met de interlocking via GSM-R over de positie en richting van de trein |
| Treindetectie | Vaststellen afwezigheid spoorbezetting |
| Seinen (autorisatie, snelheid) | Geven van toestemming om te rijden en opdracht om te stoppen |
| Treinbeïnvloeding (ATB, ERTMS) | Geven van informatie om te zorgen dat de machinist zich houdt aan de gegeven toestemmingen of opdrachten |
| Overwegen (open, dicht) | Waarschuwen van wegverkeer voor een naderende trein |
| Waarschuwingssystemen, werkplekbeveiliging | Creëren van een veilige werkplek voor baanwerkers |
| Wissels (links, rechts) | Controleren en sturen van de juiste stand van beweegbare elementen in het spoor |
| Bruggen (open, dicht) | |
| Tunneltechnische installaties, hotbox-detectie, andere additionele systemen | Beperken van specifieke risico's, die gebonden zijn aan bepaalde infra, bepaald materieel of bepaalde processen. |



Foto's copyright ProRail

5 NAWOORD

Filosofie, principes, functies. Dat zijn nog al abstracte begrippen. Bij systemen kan iedereen zich al wat meer voorstellen. De opstellers hebben gepoogd die begrippen en hun verband toe te lichten in dit boekje. Daar waren flink wat discussies voor nodig. En bij de “laatste versie” kwamen door discussie toch nog verbeteringen naar voren die hebben geleid tot de “allerlaatste versie”. En ook die zal weer tot discussies leiden, enzovoorts.....

En dat is precies de bedoeling. Want de wereld staat niet stil. Op de vorige bladzijde staan twee foto's. Een zwart-wit foto van héééél lang geleden (Arnhem). Veel sporen naast elkaar, dat komt vandaag de dag ook nog voor. Maar het verkeer wordt drukker, er ontstaan complexere situaties, er komen meer sporen op dezelfde ruimte waardoor we nu een seinportaal in een boog willen plaatsen (foto Eindhoven): naar welk sein moet ik kijken? En dat is maar één onderdeel van een beveiligingsprincipe (*“de grenzen van de autorisatie moeten duidelijk te herkennen zijn, Toepassingsvoorwaarde 1”*) in het beveiligen van het spoorwegverkeer.

Met deze uitgave geven we steun aan het oplossen van vraagstukken. En we lokken ook graag de vervolgdiscussie uit: kunnen we met alle systemen, seinen, regels, etc. voldoende veiligheid aan de gebruikers blijven bieden, rekening houdend met wat ieder van ons adviseert, specificeert, ontwikkelt, fabriceert, ontwerpt, installeert, reviewt, verifieert, valideert, assest, in werking stelt, gebruikt, repareert, reviseert, beheert, onderhoudt en managet?

-0-0-0-0-

