

# Systeemfilosofie Beveiliging en Beheersing

## *Inleiding*

Movares  
ir. W.J. Coenraad  
kenmerk WJC/handowjc.doc - versie 3

Utrecht, 8 augustus 2010

© 2010, Movares

*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 enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares NederlandBV.*

## Inhoudsopgave

Inleiding	3
1. Beveiliging en beheersing	4
1.1. Beveiliging	4
1.2. Beheersing	5
2. Functies van de beveiliging	6
2.1. Hoofdfuncties van de beveiliging	6
2.2. Eigenschappen	6
2.3. Functieervullers	7
2.4. Clustering van functieervullers	8
2.4.1. Emplacementen	8
2.4.2. Vrije baan	8
2.4.3. Mens machine interface	8
2.4.4. Beveiliging van kruisend verkeer	8
2.4.5. Treinprotectie	8
2.4.6. Bediening	9
2.5. Hulpfuncties van de beveiliging	9
2.6. Eisen aan functieervullers	10
3. Implementaties	12
3.1. Emplacementsbeveiliging	12
3.2. Baanvakbeveiliging	12
3.3. Vereenvoudigde systemen	12
3.4. Specials	12
3.5. Bediening	13
3.6. Informatiesystemen	13
3.7. Treindetectie	13
3.8. Treinprotectie	13
3.9. Overwegbeveiliging	13
3.10. Wisselbediening	14
3.11. Werkplekbeveiliging	14
Colofon	15

## Inleiding

Deze presentatie geeft een overzicht van de functies die een spoorweg beveiligingssysteem levert en schetst in kort bestek de systeemfilosofie achter de Nederlandse seinwezen installaties. De oorspronkelijke tekst voor deze notitie stamt uit 1998 en is slechts in beperkte mate geactualiseerd

## 1. Beveiliging en beheersing

### 1.1. Beveiliging

Spoorwegbeveiligingssystemen hebben tot doel risico's voor het treinverkeer uit te sluiten. Die risico's volgen uit de kenmerken van railverkeer; een geleid verkeerssysteem met voertuigen met een 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 en remwegen zijn in het algemeen langer dan de afstand die de bestuurder van het voertuig kan overzien, zodat het zo genaamde rijden op zicht is uitgesloten.

De risico's waartegen we ons wapenen zijn dus:

- ontsporingrisico, door het niet intact zijn van de rijweg, bijvoorbeeld door een spoorstaafbreuk, een niet gesloten brug, een wissel dat niet in een eindstand ligt.
- aanrijdingen, van treinen onderling (flankbotsingen of kop/staart botsingen) en van treinen met andere verkeersdeelnemers op het kruisingsvlak van weg en spoorbaan.
- aanrijding van personen, die in of bij het spoor werkzaamheden uitvoeren, d.w.z. het waarschuwen van werkers in of bij het PVR (Profiel van Vrije Ruimte), dan wel het verhinderen van toegang, of juist beheerst toelaten van treinen tot werkplekken.

Het algemene principe dat ten grondslag ligt aan de beveiliging van treinverkeer is dat een trein alleen mag rijden als daartoe toestemming verleend is. Die toestemming wordt alleen verleend als vastgesteld is dat de rijweg intact is en geen conflicterende treinbewegingen gaande, of voorgenomen zijn. Voorafgaande aan het verlenen van een rijtoestemming wordt een stuk infrastructuur gereserveerd voor het exclusieve gebruik door één enkele trein, de rijweg, en deze reservering wordt pas weer opgeheven als vaststaat dat deze trein het betreffende stuk infrastructuur weer in zijn geheel verlaten heeft. Conflicten met overige verkeersdeelnemers worden voorkomen door de trein absoluut voorrang te verlenen op kruisend verkeer. De overweg wordt voorzien van markeringen en bij nadering van een trein zoveel mogelijk afgesloten voor ander verkeer. Als laatste moet voorkomen worden dat een trein zich buiten het voor hem gereserveerde stuk infrastructuur, zijn rijweg, begeeft en daarbij mogelijk een voor een andere trein gereserveerde rijweg zou binnendringen.

Het principe van werkplekbescherming is de laatste jaren sterk in beweging als gevolg van de constatering dat het werken in of bij het PVR in vergelijking met andere "industriële processen" veel te hoge risico's op (dodelijke) ongevallen oplevert. Daarom wordt gezocht naar werkmethoden die, meer dan vroeger, werken "aan de in dienst zijnde machinerie" voorkomen. Daar waar technische hulpmiddelen voor waarschuwing of bescherming van de werkenden gebruikt (mogen en kunnen) worden moeten die van dezelfde veiligheidsklasse zijn als die voor de beveiliging van het treinverkeer.

## 1.2. Beheersing

Beheersingssystemen worden gebruikt voor het regelen van het treinverkeer. Op basis van een vervoersaanbod, in het geval van spoorwegen gepubliceerd als spoorboekje, ontstaat een dienstregeling door het toevoegen van goederentreinen, dienstvervoer en extra treinen. Uit een jaarplan ontstaat zo een weekplan en tenslotte een dagplan. Onderdeel van die plannen vormt de inzet van materieel en personeel in zgn. omlopen. In de praktijk ontstaan door allerlei oorzaken afwijkingen t.o.v. de plannen, die de reiziger ervaart als vertragingen. Afwijkingen nopen tot bijregelen.

Om het plan te effectueren moeten de rijwegen voor treinen tot stand worden gebracht. Door middel van het aanwijzen van een begin en een eindpunt wordt een rijweg geselecteerd, eventueel moeten wissels en bruggen etc. worden bediend.

Een taak van de beheersingssystemen is natuurlijk ook het informeren van alle deelnemers in het proces, de reizigers, de bestuurders en de bedienaars over de actuele toestand in het proces en afwijkingen van het plan.

## 2. Functies van de beveiliging

### 2.1. Hoofdfuncties van de beveiliging

#### Treinseparatie en autorisatie

De functie die garandeert dat elk deel van de infrastructuur op elk moment van de tijd slechts ten behoeve van één enkele trein gereserveerd of gebruikt kan worden.

#### Rijwegintegriteit

De functie die garandeert dat rijwegen veilig bereden kunnen worden, d.w.z. zorgt voor het uitsluiten van ontsparingen op infra onderdelen die 'bewogen kunnen worden' (wissels, bruggen).

#### Mens machine interface

De functie die rijtoestemmingen, opdrachten en beperkingen vanuit de beveiliging kenbaar maakt aan de (bestuurder van) de trein. Voorbeelden van een MMI zijn seinen en cabinesignalering.

#### Treinprotectie

De functie die verhindert dat de trein de grenzen naar plaats of snelheid, van een eenmaal gegeven rijtoestemming overschrijdt.

#### Aankondigingen

De functie die installaties ter bescherming van 'derden' zoals kruisend wegverkeer en werkploegen in- en uitschakelt.

#### Waarschuwing, werkplekbescherming

De functie die op basis van de aankondigingen derden waarschuwt, alarmeert en beveiligt.

#### Beveiliging van kruisende verkeerssoorten

Overwegen zijn het meest voor de hand liggende voorbeeld van deze hoofdfunctie.

#### Gevaardetectie

De functie die anomalieën aan treinen en/of infrastructuur detecteert teneinde gevolgrisco, meestal voor (andere) treinen, uit te sluiten (hotbox, vaste rem, obstakels binnen profiel, schuivende lading).

### 2.2. Eigenschappen

In principe vinden we de genoemde functies in elk railverkeerssysteem. De mate waarin deze functies worden vervuld door technische systemen hangt af van het verkeerssysteem zelf, evenals de veiligheids- en beschikbaarheidseisen. Een *stadstram* bijvoorbeeld rijdt op zicht. Zijn snelheid is laag genoeg om binnen de zichtafstand van de bestuurder te kunnen stoppen. Tramwissels worden meestal individueel, door de bestuurder, bediend en de controle op het in de eindstand liggen gebeurt visueel, hoewel men daar in sommige steden al wisselstandseintjes voor gebruikt.

Een stap verder, in *light-rail systemen*, zoals ook bij de Sneltram Utrecht-Nieuwegein, kan vaak al niet (overall) meer op zicht gereden worden en worden dus technische systemen gebruikt voor de treinbeveiliging. Als *metro's* en spoorwegen, voor zover het verkeersregeling en beveiliging betreft, al verschillen, dan is het vooral doordat men bij de metro door de uniformere eigenschappen van de voertuigen en de meest lijnsgewijze exploitatie eenvoudiger de beheersing kan ondersteunen met geautomatiseerde systemen en dat dan ook doet. De hogere treinfrequenties in metro systemen stellen uiteraard ook specifieke eisen aan de techniek. Bij de meeste metro systemen is de baan al geheel afgescheiden van "de rest van de wereld". Door hun hogere snelheden en de in tunnels uiteraard beperkte zichtlijnen, kunnen metro's niet meer op zicht rijden en vereisen dus een integrale seingeving.

*Spoorwegen* kenmerken zich vooral door het voorkomen van gemengd verkeer zoals stoptreinen en intercity's, goederentreinen en hogesnelheidsverkeer, die deels van dezelfde infrastructuur gebruik maken. Het spectrum van functionele en performance eisen waaraan de beveiligings- en regelsystemen moeten voldoen is daardoor breder en het materieelpark is uitgebreider en minder homogeen.

In het algemeen bestaat de tendens verantwoording voor de veiligheid te verplaatsen van de mens naar de techniek, domweg omdat de kans op een menselijke fout vele malen groter is dan die op een technisch defect.

Dat techniek overigens ook mensenwerk is, maar dan van ingenieurs, laten we hier verder buiten beschouwing. Van beveiligingssystemen wordt dus geëist dat de kans op onveilig falen kleiner is dan een bepaalde acceptabele waarde. Gebruikelijke specificaties gaan uit van een kans op een ongeval als gevolg van technisch falen kleiner dan eenmaal per honderd jaar voor de totale vloot, of dat nu die van Nederland, of die van Europa betreft. Hieruit volgt een eis voor een MTBFF (Mean Time Between Fatal Failures) groter dan  $10^{10}$  uur. De vrijgave van dergelijke systemen vereist een Bewijs van Veiligheid, waarin wordt "aangetoond" dat aan deze eis kan worden voldaan. Zowel de speciale ontwerp-methodiek en de technologie die daarvoor nodig is, als het Bewijs van Veiligheid zelf leiden tot zeer hoge kosten en lange doorlooptijden in de systeemontwikkeling. Alleen al daardoor ontstaat een zekere inflexibiliteit. Het is dus verstandig te voorkomen dat niet-veiligheidsrelevante functies worden geïmplementeerd in systemen met veiligheidsverantwoording en viceversa.

### 2.3. Functievervullers

De eerder omschreven functies van de beveiliging en beheersing worden gerealiseerd door technische systemen. Natuurlijk zijn er meerdere manieren om de verschillende functies te clusteren in functievervullers. (Met een functievervuller bedoelen we een klasse van technische systemen met min of meer vergelijkbare taken. Voor elke functievervuller kan er een apparaat van leverancier A, B of C zijn, dat we bij gebrek aan een beter Nederlands woord dan maar een instantie van de functievervuller noemen). Natuurlijk komen er verschillen voor in de clustering van functies tot functievervullers, die deels bepaald zijn door de cultuur van een bepaalde spoorweg, deels door de mogelijkheden van de techniek. Wat dit laatste betreft is het illustratief de verschillen tussen de huidige generatie systemen en de verwachtingen ten aanzien van de volgende generatie, BB21, te zien.

## 2.4. Clustering van functievervullers

### 2.4.1. Emplacementen

Een wissel ligt per definitie op een emplacement, emplacementen worden verbonden door stukken vrije baan. Op een emplacement moeten rijwegen ingesteld worden, immers wissels moeten worden bediend, in de eindstand gecontroleerd en vergrendeld worden, en na het geheel passeren van de trein weer vrijgemaakt worden. Alleen op emplacementen kunnen treinen elkaar in de flank rijden. Op emplacementen is dus een rijwegbeveiliging nodig. Daarnaast moet natuurlijk ook uitgesloten worden dat kop staart botsingen ontstaan in overigens goed beveiligde rijwegen. Op emplacementen vinden we dus als tweede hoofdfunctie de treinseparatie.

### 2.4.2. Vrije baan

De vrije baan is op te vatten als een pijpleiding. Als het goed gaat komen treinen in dezelfde volgorde eruit als ze erin gaan (passeren kan immers per definitie alleen op een emplacement). Vrije baan beveiligingssystemen hoeven daarom alleen kop / staart botsingen uit te sluiten.

Kop / staart botsingen worden uitgesloten door het spoor te verdelen in blokken, waartoe slechts één trein tegelijk toegang kan krijgen.

### 2.4.3. Mens machine interface

Elk blok en elke rijweg wordt gedekt door een sein. Het bloksein werkt bij NS altijd automatisch en kan veilig komen als het blok vrij is en de tegengestelde rijrichting uitgesloten is. Het sein dat toegang geeft tot het blok is in principe gekoppeld met volgende blokseinen, verderop langs de vrije baan, zodat het sein de machinist ook kan tonen hoe hij zijn snelheid moet regelen om op tijd voor het einde van zijn rijweg te kunnen stoppen. Ook op de emplacementen geven seinen toegang tot de rijweg. Deze bediende seinen combineren in hun seinbeeld informatie over de toestand van de rijwegelementen en het al of niet veilig staan van (het) volgende sein(en). De betekenis van de seinbeelden is in beide gevallen grosso modo hetzelfde.

Bediening van seinen gebeurt dus alleen op emplacementen. Door het instellen van een rijweg naar de vrije baan wordt het automatisch blokstelsel van een rijrichting voorzien en de rest gaat, voor de hand liggend, automatisch.

### 2.4.4. Beveiliging van kruisend verkeer

Overwegbeveiligingsinstallaties werken als regel volledig autonoom. Ze worden in- en uitgeschakeld door het detecteren van de passerende trein. Waarbij op emplacementen alleen een koppeling met de emplacementbeveiliging plaatsvindt, om zeker te stellen dat een overweg alleen door een naderende trein geactiveerd wordt als er ook werkelijk een rijweg naar die overweg is ingesteld. Dit om langdurig c.q. onnodig sluiten voor het wegverkeer te voorkomen.

### 2.4.5. Treinprotectie

De cirkel wordt gesloten met het ATB (Automatische Trein Beïnvloeding) systeem dat informatie van de seinen in de cabine presenteert, controleert of de machinist de opdrachten van de seinen respecteert en ingrijpt als dat niet het geval is.



#### 2.4.6. Bediening

Bediening houdt in zijn simpelste vorm in het geven van instel commando's voor rijwegen t.b.v. individuele treinen op emplacementen, c.q. van en naar de vrije baan. De bediening is vergaand geconcentreerd op de grotere stations. Vrije banen werken automatisch, en de treindienstleider heeft nauwelijks signaleringen die hem vertellen hoe het proces zich daar afspeelt, noch mogelijkheden om dat proces te beïnvloeden.

In de Nederlandse praktijk wordt er zoveel mogelijk voor gezorgd dat bedienend personeel geen handelingen met veiligheidsverantwoording kan of hoeft uit te voeren. In storingssituaties, als de techniek het heeft laten afweten, kan echter niet voorkomen worden dat die veiligheidsverantwoording weer van techniek naar mens verschuift, tenzij men zou willen accepteren dat de treindienst stil blijft liggen. In vergelijking met het buitenland valt op dat NSVL nogal rigide is in het afwijzen van de mogelijkheid hulpfuncties te benutten om de treinenloop zoveel mogelijk gaande te houden.

De centralisatie van de bediening, die al vanaf de jaren 60 en 70 plaatsvindt, heeft uiteraard rationalisatie van de bedrijfsvoering als motief. Dat de span of control toenam leidde gecombineerd met de toenemende intensiteit van de dienstregeling tot de behoefte aan meer procesinformatie en overzicht. Treinnummervolgsystemen en bediening met behulp van beeldschermen in de EBP volgden.

Dit cumuleerde in de ontwikkeling van het VPT systeem als een suite van geïntegreerde en geïnformateerde beheersingssystemen. Die ontwikkeling is nog steeds gaande en oplettende krantenlezers zal zijn opgevallen dat, net als in alle complexe automatiseringsprojecten, problemen met de performance, functionaliteit en de gebruikersacceptatie optreden. VPT en VKL worden in een apart deel van deze cursus behandeld, zodat er hier niet verder op ingegaan wordt.

Het is de moeite waard te constateren dat de consequente scheiding tussen beveiliging met en beheersing zonder veiligheidsrelevante techniek, wel leidt tot de mogelijkheid beheersingssystemen (relatief) snel en flexibel te ontwikkelen.

#### 2.5. Hulpfuncties van de beveiliging

Teneinde te kunnen functioneren hebben de beveiligingssystemen hulpfuncties nodig. Voor zover ze bepalend kunnen zijn voor de keuze van functievervullers en systemen worden ze hier vermeld.

##### Treindetectie

Een hulpfunctie, die de basis vormt voor alle overige systemen. Treindetectie systemen zijn op te vatten als de sensoren van de beveiliging. Functioneel zijn ze te onderscheiden in spoorvrijmelding, primair t.b.v. treinseparatie en autorisatie en secundair t.b.v. rijwegintegriteit, passeerdetectie t.b.v. aankondigingssystemen en treinaanwezigheidsdetectie t.b.v. het activeren van gevaardetectie systemen. Afhankelijk van het gekozen detectiemiddel kunnen subfuncties geïntegreerd zijn in één en hetzelfde detectiesysteem.

##### Treinfectedetectie

Beveiliging tegen de gevolgen van treinfecteden en anomalieën is nodig, om bijvoorbeeld ontsporing of schade aan de infrastructuur te voorkomen. Breuk als gevolg van een warmgelopen astap kan leiden tot ontsporing. Hotbox detectoren kunnen dergelijke defecten detecteren en signaleren. In Nederland is dit risico in het algemeen niet zo groot

dat standaard hotbox detectie wordt toegepast. Echter, daar waar relatief veel goederentreinen met gevaarlijk stoffen passeren, of zo snel gereden wordt dat het risico van heetlopers, of de gevolgen van een evt. ontsporing veel groter geacht wordt, worden ze tegenwoordig wel voorgeschreven. We vinden deze hulpfunctie dus terug in de specificaties van de Betuweroute en de Hogesnelheidslijnen. Dit feit illustreert overigens heel aardig dat de perceptie van wat een "acceptabele vrijwaring van gespecificeerde risico's" is (een werkdefinitie van wat beveiligingssystemen moeten bieden), contextafhankelijk is. En die context kan veranderen nadat een ongeval is opgetreden.

Andere voorbeelden van treindetectie vinden we in detectoren die dragging equipment, zoals slepende koppelingen, vlakke plaatsen op wielen en uitstekende lading signaleren. Ze worden meestal bij het seinwezen ondergebracht, omdat:

- Aan de systemen hoge integriteitseisen gesteld worden;
- Koppeling met de beveiliging c.q. de beheersing als middel om 'iets met de melding te doen' voor de hand ligt.

## 2.6. Eisen aan functievervullers

De kernfuncties van de beveiliging zijn:

- Het voorzien in veilige rijwegen;
- Het bedienen en beveiligen van wissels en alle andere beweegbare elementen in de rijweg;
- Het uitvaardigen van veilige rijtoestemmingen;
- Het verzekeren dat treinen de grenzen van hun rijtoestemmingen naar plaats, tijd en snelheid niet zullen overschrijden.

De kernfuncties van de beheersing zijn:

- Het toedelen van infra-capaciteit aan treinen;
- Het voorzien in het uitvoeren van geplande en ongeplande trein- en rangeerbewegingen;
- Het verzamelen en presenteren van actuele informatie m.b.t. de feitelijke toestand van de uitvoering van het treindienstproces;
- Het sturen en bijsturen van het treindienstproces;
- Het verzamelen en presenteren van management informatie m.b.t. de feitelijke uitvoering van de treindienst.

De beveiliging moet tenminste de navolgende niet limitatieve lijst met functies implementeren:

- Rijweg instelling, rijweg vastlegging, rijweg vasthouding en rijweg vrijmaking.
- Beveiliging van bijzondere gevaarpunten (doorschietlengten en flankdekking) daar waar de NS seintechnische uitgangspunten zulks vereisen.
- Individuele wisselbediening in opdracht van het beheersingssysteem.
- Individuele wisselbediening ter plaatse (bijvoorbeeld in opdracht van rangeerders).
- Bediening van individuele spoortoestellen (grendels, bruggen) in opdracht van het beheersingssysteem.
- Bediening van individuele spoortoestellen (grendels, bruggen) in opdracht van lokale bedienaars (N.B. Een 'lokale' bedienaar kan een afstandstuursysteem gebruiken/vereisen).
- Het verlenen van rijtoestemmingen aan treinen.

- Het instellen en afdwingen van tijdelijke snelheidsbeperkingen en snelheidsbeperkingen als gevolg van alarmmeldingen.
- Sturing van lichtseinen waar vereist.
- Beveiliging van kruisende verkeerssoorten incl. overwegen.

Werkplekbeveiliging. De beveiliging zal aan treinen rijtoestemmingen toekennen, uitgaande van de volgende punten:

- De begrenzing van de rijtoestemming wordt aan de machinist van de trein bekend gemaakt, via cabineseingeven voor treinen die daarmee uitgerust zijn, via lichtseinen in alle andere gevallen.
- Rijtoestemmingen worden toegekend op grond van vele parameters. Een niet-limitatieve lijst van die parameters omvat locaties, lengten, remeigenschappen, rijwegen, maximum treinsnelheden en rijwegeigenschappen.
- In noodsituaties zal de beveiliging reeds gegeven rijtoestemmingen kunnen herroepen, echter vastgelegde rijwegen vasthouden zolang als de veiligheid dat vereist.
- De beveiliging zal een maximum snelheidsprofiel bepalen (statisch snelheidsprofiel) waar de treinsnelheid onder moet blijven. Dit statisch snelheidsprofiel zal alle tijdelijke en nood-snelheidsbeperkingen bevatten.
- Het zal mogelijk zijn een gemeenschappelijk statisch snelheidsprofiel per treinklasse te definiëren. Individueel kunnen treinen hieraan nog beperkingen toevoegen.
- Voor elke trein zal een dynamisch snelheidsprofiel worden bepaald, gebaseerd op het statisch snelheidsprofiel. Het dynamisch snelheidsprofiel zal rekening houden met alle relevante treinkenmerken, zoals rem- en aanzetkarakteristieken, de rijweg, treinlengte en de maximum snelheid van de trein.
- De maximum snelheid van een locomotief en een trein hangt af van de samenstelling van de trein, de wagotype(n) en de belading. Het zal mogelijk zijn diverse statische en dynamische snelheidsprofielen te definiëren voor elk locomotieftype.

### 3. Implementaties

Een functievervuller kan op meerdere manieren geïmplementeerd worden, afhankelijk van de vraag of meerdere leveranciers een vergelijkbaar product leveren. Bijvoorbeeld: Voor de *functies* rijwegintegriteit en treinseparatie kennen we op emplacementen als *functievervuller* de emplacementbeveiliging of interlocking. NS heeft in de jaren na de tweede wereldoorlog verschillende systemen ingevoerd die *als implementaties* van deze functievervuller optreden, zoals de NX, gebaseerd op B-relais, EBS en VPI.

In dit artikel wordt op de producten verder niet ingegaan. Hierna volgt slechts een, waarschijnlijk incomplete, opsomming.

#### 3.1. Emplacementsbeveiliging

B-relaisbeveiliging:

- NX68

Elektronische beveiligingssystemen:

- EBS, EBS+
- VPI, Smartlock

#### 3.2. Baanvakbeveiliging

B-relais gebaseerd:

- Enkelspoor
- Dubbelspoor
- Beveiligd linkerspoor
- Dubbel-enkelspoor

#### 3.3. Vereenvoudigde systemen

- TPRB
- VCVL

#### 3.4. Specials

- DH en DM 90 baanvakken, Groningen-Nieuweschans, Nijmegen-Blerick, Leeuwarden-Groningen;
- Samenloopbaanvakken t.b.v. DM 90 en DH.

### 3.5. Bediening

NX principe:

- GRS toestellen
- Beginknop eindknop
- Integra toestellen
- KCS
- EBP

Afstandsturing:

- CVL
- EBP

VPT:

- DN-EBP
- VKL

### 3.6. Informatiesystemen

Treinummers volg en indicatie systemen:

- GEC
- Siemens
- TNV in VPT

VPT:

- VKL
- Planning

### 3.7. Treindetectie

*Spoorstroomlopen:*

- GRS spoorstroomloop, 50 Hz, 75 Hz
- Prikspanningsspoorstroomloop
- Toonfrequentsspoorstroomlopen
- GIS 9-15, FTGS, Jade

*Assentellers:*

### 3.8. Treinprotectie

- ATB, ATB NG, grensbaanvakken, ATB vv
- ERTMS/ETCS

### 3.9. Overwegbeveiliging

- AKI, AHOB, AOB, ADOB, landelijke overwegen
- AHOB stellers

### 3.10. Wisselbediening

- De standaard, NMA steller
- Ebiswitch
- Siemens steller in wissel 1:34,7

### 3.11. Werkplekbeveiliging

- WUBO
- WIBR
- AWA
- Mini-AWA
- Minimel
- Werkzoneschakelaars
- Handheldterminal

## Colofon

Uitgave Movares

Daalseplein 101  
Postbus 2855  
3500 GW Utrecht  
Telefoon 030 - 265 4778

Auteur ir. W.J. Coenraad