

Bee Visible!

Innovatief en toepassingsgericht
spoorbeveiligingssysteem



Doel: Het vinden van een betrouwbaar treinbreuk-detectie systeem zodat ERTMS level 3 ingevoerd kan worden.

Inleiding:

ERTMS level 3 geldt als de heilige graal in de spoorweginindustrie, dit level is nog niet ingevoerd omdat de veiligheid niet gegarandeerd kan worden op het spoor. Het probleem is het ontbreken van een treinbreuk-detectie. Hier ligt een technische uitdaging waar Movares graag aan mee wilt doen. Mocht Movaris dit probleem goedkoop en betrouwbaar oplossen dan kan er veel winst gemaakt worden met de productverkoop hier van. Dit document beschrijft een oplossing dat goed produceerbaar is en past bij het innovatieve imago van Movares.

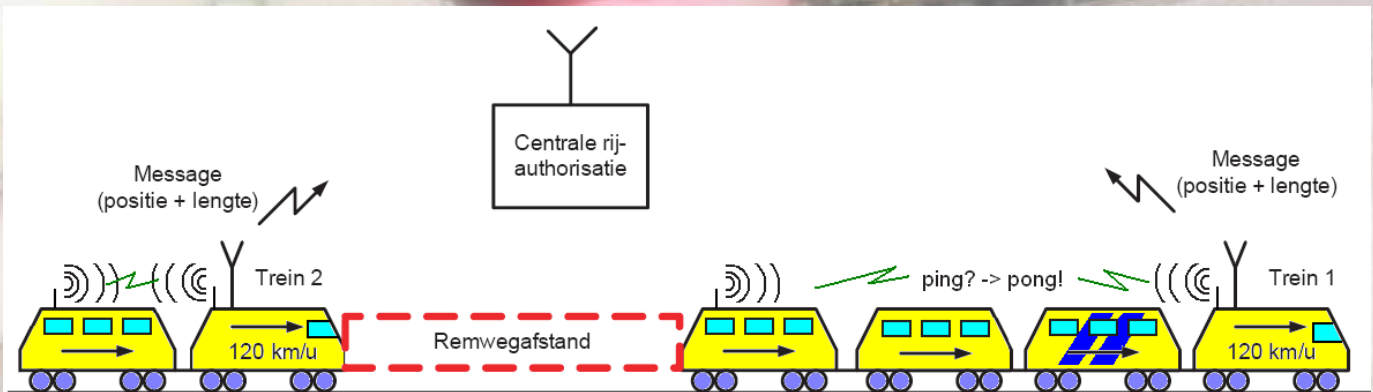
Randvoorwaarden (Eisen en wensen):

Er zijn een aantal randvoorwaarden bij deze opdracht, de voorgestelde oplossing voldoet aan al deze gegeven voorwaarden. Uiteraard zijn er nog veel meer randvoorwaarden, maar dit zijn tevens een aantal speerpunten van de oplossing.

1. Er zal geen apparatuur geplaatst worden aan/op/in en/of naast het spoor. En er wordt geen gebruik gemaakt van GPS.
2. Het systeem moet te allen tijde failsafe zijn, de zwakste schakel moet de GSM-R verbinding zijn, zodra deze verbinding wegvalt dan is er geen treinbreuk-melding meer mogelijk naar de centrale rij-authorisatie. De machinist zal wel altijd op de hoogte zijn van een treinbreuk.
3. De monitoring van de wagons is continu.
4. Het is wenselijk dat er geen grote veranderingen gedaan moeten worden aan de wagons/rijtuigen. Denk hierbij aan veel nieuwe bekabeling. Het wordt een simpele module die draadloos kan communiceren tussen locomotief en wagon.
5. De installatie en ingebruikname van de oplossing moeten zo intuïtief en simpel mogelijk gaan.
6. De oplossing moet produceerbaar zijn in hoge aantallen, waarbij weinig mankracht komt kijken. Er komt 1 universeel product dat geplaatst kan worden in locomotief en in de wagon. Dit product is compatible met de huidige GSM-R modules.
7. Het is wenselijk dat het eindproduct geen bewegende onderdelen bevat, reden hierachter is dat bewegende onderdelen sneller slijten.

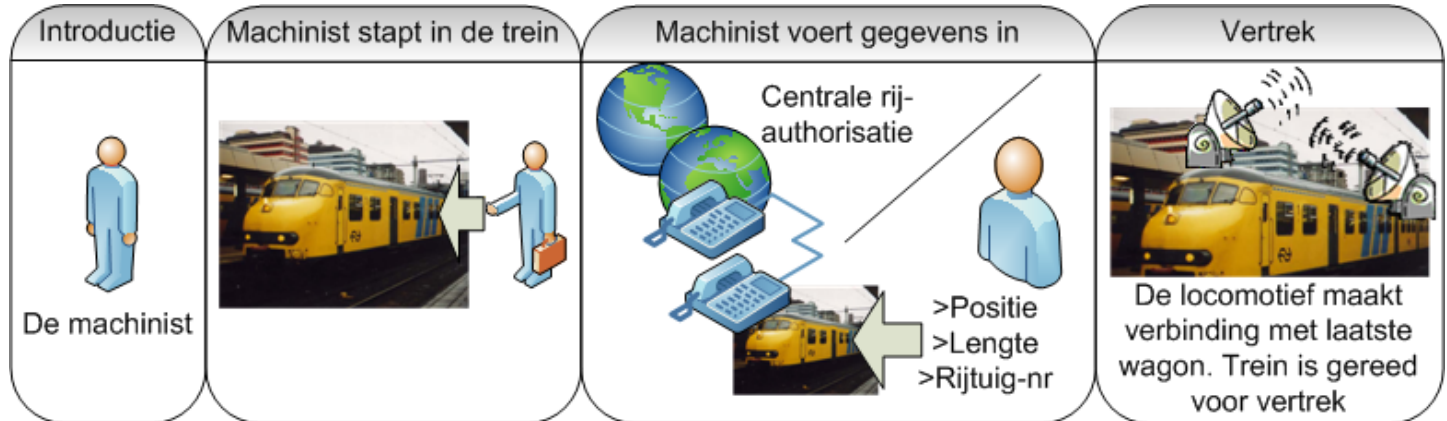
De oplossing:

Er is een nieuwe technologie op de markt genaamd Xbee, met deze techniek kan in een handomdraai een draadloos sensornetwerk gemaakt worden zonder grote investeringen. Deze modules zijn standaard voorzien van ruime communicatiemogelijkheden en de mogelijkheid tot uitlezing van sensoren. Deze techniek bestaat pas kort maar is in zeer korte tijd populair geworden wegens de betrouwbaarheid, flexibiliteit en gebruiksgemak. Met deze techniek is het treinbreuk-probleem eenvoudig op te lossen. Iedere trein wordt voorzien van twee Xbee-modules, die continu contact met elkaar houden. Mocht het signaal wegvallen, of de signaalsterkte afnemen, dan kan hieruit geconcludeerd worden dat de trein een wagon verloren heeft. Mocht dit niet genoeg zijn dan kan er desgewenst een acceleratie-sensor worden toegevoegd aan beide kanten, deze kan uitgelezen worden door de Xbee module. Zodra de achterste wagon langer dan bijv. 10 seconden een negatieve acceleratie ondergaat ten opzichte van de locomotief dan kan hieruit geconcludeerd worden dat de trein een wagon verloren heeft.



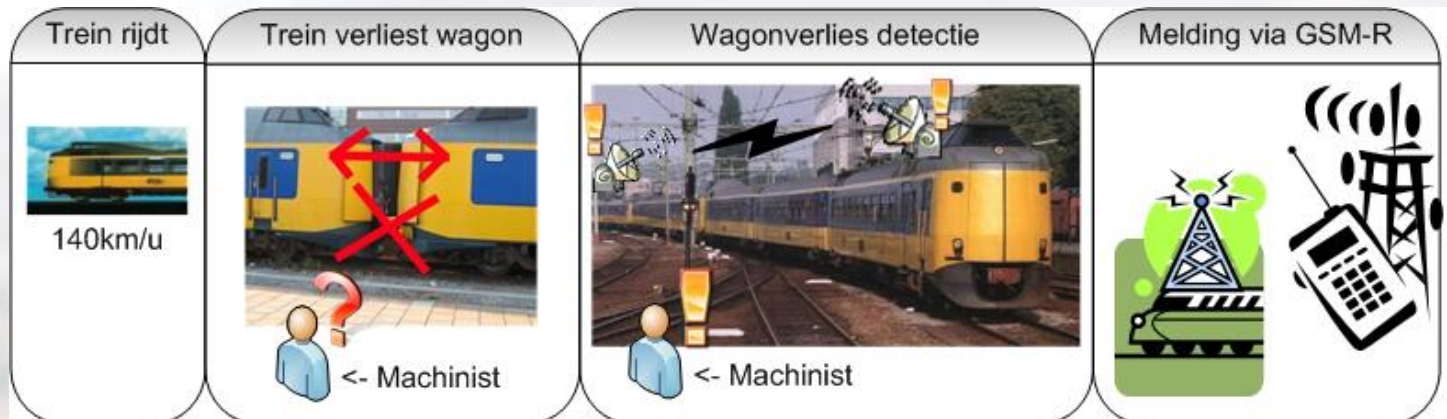
Scenario's

Normaal gebruik:



Zodra de machinist de gegevens in heeft gevuld dan zal de locomotief op zoek gaan naar een draadloos-sigitaal die zich kan identificeren met het bijpassende ingegeven rijtuig-nummer. Zodra dit signaal gevonden is zal er een authenticatie plaatsvinden en hierna is de trein gereed voor vertrek. Mocht er geen signaal gevonden worden dan is een unit defect en mag de trein dus niet vertrekken. Aangezien iedere unit een eigen nummer (ID) hebben, kan het signaal niet gestoord worden door andere treinen.

Wagonverlies:



Zodra een trein een wagon verliest is het mogelijk dat dit voor de machinist onopgemerkt blijft. Aangezien de voorste en achterste wagon een draadloze verbinding met elkaar hebben, zullen deze detecteren dat de afstand groter wordt tussen beide. Dit zal gemeld worden aan de GSM-R besturingseenheid (en de machinist), die direct contact op kan nemen met de centrale rij- autorisatie.

Koppelen van treinen:



De techniek en de technische haalbaarheid:

Om de oplossing te fabriceren zijn er een aantal componenten nodig:

- Xbee-PRO ZNET 2.5 module, dit is een kleine module die een draadloos bereik van 2.5km kan overbruggen.
- Acceleratiesensor, deze wordt aangesloten op de Xbee-module.
- Printplaat waar alles op wordt geplaatst.
- Robuuste behuizing in IP65 (bijvoorbeeld) uitvoering. Met een antenne-aansluiting.

Op de Xbee-module zit een computerchip van Freescale (typen: MC13193), deze kan zelf geprogrammeerd worden door Movares dankzij een software ontwikkelpakket 'BeeKit'. Deze modules kunnen zo geprogrammeerd worden dat ze direct kunnen interfacen met de huidige GSM-R producten die al op de markt zijn. Dankzij de grote vrijheid die deze module heeft is het technisch goed haalbaar om te implementeren in huidige systemen, de enige voorwaarde is dat er een vrije seriële aansluiting moet zijn.

Aanpassingen die gedaan moeten worden aan de treinen:

Er zullen een aantal aanpassingen gedaan moeten worden aan de huidige treinen, deze zijn echter minimaal.

1. Installeer module op dak locomotief, en sluit de module aan op de bestaande GSM-R box.
2. Installeer module in achterste wagon van rijktuig, deze kan gevoed worden door rijktuig zelf of desgewenst met een batterij. De module kan zeker een halfjaar werken op een accu, een module met een accu is zeer snel in te zetten (geen installatie met draden) wat handig kan zijn voor goederentreinen. Uiteraard is een accu facultatief.
3. Geef aan beide modules een unieke code, dit is vanaf nu de rijktuig-code.
4. De machinist moet nu voor initialisatie van het systeem de rijktuig-code invoeren, waardoor de achterste en voorste wagon worden gekoppeld. Zie strip op vorige pagina voor koppelen treinen.

Risico's en betrouwbaarheid:

Zodra de modules defect raken dan zal de GSM-R interface dit direct opmerken omdat er geen correcte reactie wordt waargenomen over de seriële interface. Hierdoor zal direct een 'stop'-melding gegeven kunnen worden aan de centrale rij- autorisatie. Het systeem is altijd fail-proof omdat ieder defect als resultaat heeft dat de GSM-R een melding genereert.

Beschikbaarheid spoornetwerk:

De beschikbaarheid van het spoornetwerk zal drastisch toenemen omdat treinen nagenoeg bijna op remwegafstand van elkaar kunnen rijden.

Financiële haalbaarheid en de investeringskosten

De financiële haalbaarheid zal gebaseerd zijn op het produceren van 1000 modules, hiermee kunnen 500 treinen worden voorzien van een treinbreuksysteem. Deze prijzen zijn exclusief certificeringen als SAR, CE, LVD, maar deze kunnen gedaan worden bij bedrijven als "Dare! Consultancy" of TNO. Er dient daarnaast ook rekening gehouden te worden met eventuele andere veiligheids-richtlijnen/certificeringen en richtlijnen die gelden in andere EU-landen.

Nr:	Product:	Aantal:	Fabrikant	Leverancier:	Prijs per stuk:	Prijs:
1	Xbee-PRO ZNET 2.5 module	1000	Digi	Alcom	15 euro	15.000
2	Antenne	1000	-	Alcom	2 euro	2000
2	Acceleratiesensor	1000	-	EBV/Alcom/Elincom	2 euro	2000
3	Printplaat + bestukken	1000	Protonic	Protonic	1 euro	1000
4	Robuuste behuizing (IP65 standaard)	1000	-	Bopla	8 euro	8.000
	TOTAAL:	-			28 euro	28.000 euro

Op alle producten moet minimaal een winstmarge van 30% zitten, dit is gebruikelijk in de elektronica-industrie. Een minimum verkoopprijs van 36,40 euro per module is dus mogelijk. Voor 72,80 euro (exclusief installatie en configuratie) is de trein voorzien van een treinbreekindicatie. Het is denkbaar dat hier extra marge overheen gaat en dat een totale kostprijs van 300 euro geen probleem zal zijn. Dit is een Return of Investment (ROI)-factor van 5,4!