

## Marktconsultatie

## Smart sensors treindetectie



Versie	1.0
Datum	16-04-2018
Status	Definitief
TN kenmerk	178349

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Gezocht: smart sensors ten behoeve van treindetectie.....</b>	<b>3</b>
1.1	ProRail.....	3
1.2	Positiebepaling van reizigerstreinen op afgelegen spooreplacements.....	3
1.3	Proof of concept.....	4
1.4	Concrete invulling.....	4
1.5	Vervolgstappen.....	5
<b>2</b>	<b>Procedure van de marktconsultatie.....</b>	<b>6</b>
	<b>Bijlage 1: Zoekrichting en basiseisen aan de oplossing .....</b>	<b>7</b>
2.1	Eisen en wensen ten aanzien van de werking van de sensor.....	7
2.2	Richtlijnen bij gebruik van de sensor op of rond het spoor.....	8
2.2.1	Bevestiging aan het spoor .....	8
2.2.2	Plaatsing op/bij het spoor.....	8
2.2.3	Toegang tot het spoor .....	8
2.2.4	Electrische eisen .....	9
2.2.5	Interactie met machinisten .....	9
2.2.6	Elektrische spanning op de spoorstaven in 1500 DC gebied.....	10

## 1 Gezocht: smart sensors ten behoeve van treindetectie

ProRail wil een proof of concept doen met sensoren met als doel aan te tonen dat het met IoT sensoren mogelijk is om betrouwbaar te bepalen of en zo ja in welke richting een trein is gepasseerd.

Ter voorbereiding op de voorgenomen proof of concept, wil ProRail inventariseren welke geschikte sensoren er verkrijgbaar zijn in de markt. Om als leverancier te kunnen bepalen of de te leveren sensoren geschikt zijn, wordt in dit document een korte toelichting gegeven op de uit te voeren proef en zijn de eisen die ProRail stelt aan de sensoren opgenomen. Indien u een geschikt product kunt leveren, dan hoort ProRail dat graag.

### 1.1 ProRail

ProRail B.V. is verantwoordelijk voor het spoorwegnet van Nederland: aanleg, onderhoud, beheer en veiligheid. Medewerkers zorgen ervoor dat elke dag, 24/7, 1.200.000 reizigers en 100.000 ton goederen op hun plaats van bestemming komen, met 6550 treinen over ruim 7000 kilometer spoor. Het spoorwegnet is met recht het kloppend hart van mobiel Nederland. ProRail werkt aan de bereikbaarheid van Nederland door te zorgen voor een optimaal spoornetwerk. We verdelen de capaciteit op het spoor, regelen alle treinverkeer, bouwen en beheren stations en leggen nieuw spoor aan. Tevens onderhoudt ProRail bestaande infrastructuur zoals spoor, wissels, seinen en overwegen.

### 1.2 Positiebepaling van reizigerstreinen op afgelegen spooreplacements

ProRail en de vervoerder willen graag inzicht krijgen in de locatie van personentreinen in niet centraal bediend gebied<sup>1</sup> (NCBG). Enerzijds zodat vervoerder inzicht krijgt in beschikbaarheid en locatie van materieel en anderzijds om ProRail inzicht te geven in het gebruik van de infra op NCBG ten behoeve van beheer en onderhoud. Momenteel is het op NCBG niet mogelijk om de stand van wissels uit te lezen en om spoorbezetting te detecteren. Met de komst van IoT sensoren komt de mogelijkheid om dit inzicht wel te krijgen.

Reizigerstreinen zijn allemaal uitgerust met GPS sensoren en met RFID tags. De GPS sensoren zijn echter niet nauwkeurig genoeg om te bepalen op welk spoor een trein precies staat. De nauwkeurigheid van GPS is op de opstelsporen gemiddeld ongeveer 25 meter. De afstand tussen twee sporen is ongeveer 4 a 5 meter. Gegeven een GPS positie kan een trein dus op 5 mogelijke sporen staan (zie afbeelding 1).

Met nieuwe technologieën is het wellicht wel mogelijk om de positie van een trein op het emplacement nauwkeuriger te bepalen. Om die reden wil ProRail hiermee proeven doen op emplacement Cartesiusweg.

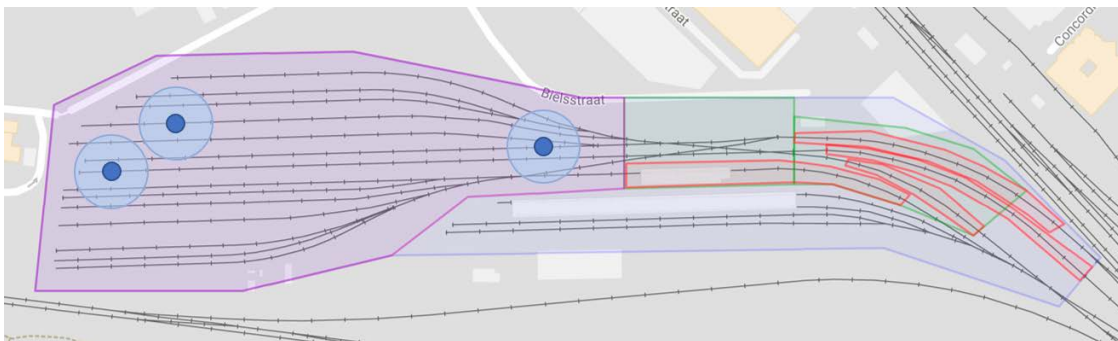
Sensoren zijn tegenwoordig in vele soorten en maten te krijgen. Alleen kennen wij nog geen toepassing in een omgeving waar geen energie voorhanden is voor de voeding, waar alle communicatie draadloos moet verlopen en waar onderhoud minimaal een maand van tevoren moet worden gepland. Zulke omgevingen heeft ProRail er meerdere van: de niet centraal bediende gebieden.

Deze gebieden zijn met de reguliere treinloopsturing- en monitoring tools niet te bedienen en te monitoren. Daarom willen we graag met smart sensors hier meer zicht op krijgen.

---

<sup>1</sup> ProRail kent twee soorten gebieden in het spoor: Centraal Bediend en Niet Centraal Bediend. Het eerste is spoor wat vanaf een centrale locatie wordt bestuurd (wissels, seinen) en gemonitord. Het tweede type is gebied wat lokaal wordt bestuurd en niet wordt gemonitord. Bijvoorbeeld rangeer- en opsteltrajecten.

Een praktische toepassing hierin is om met combinatie van GPS gegevens en smart sensors de exacte locatie van opgestelde reizigerstreinen te bepalen.



Afbeelding 1: Voorbeeld huidige positie bepaling met behulp van GPS

## 1.3 Proof of concept

De proof of concept (PoC) is bedoeld om aan te tonen dat er eenvoudige en draadloze sensors bestaan waarmee eenduidig kan worden bepaald of een trein volledig een sensor is gepasseerd. Binnen deze PoC zal de sensor worden gebruikt om te bepalen of een trein een bepaald opstelspoor is op- of afgereden om daarmee in combinatie met GPS een betrouwbare absolute positie van de trein op het opstelspoor te kunnen geven. De opstelsporen bevinden zich in zogeheten niet centraal bediend gebied (NCBG). In NCBG is momenteel geen zicht op de standen van de wissels en op spoorbezetting.

Naast de exacte positiebepaling van treinen op de opstelsporen willen we de betrouwbaarheid van de sensoren toetsen tegen de bestaande systemen in centraal bediend gebied (CBG). In het CBG is bekend welke trein precies waar rijdt en wat de samenstelling van de trein is.

Het doel van deze proef is om inzicht te krijgen in en ervaring op te bouwen met:

1. Verschillende technieken van sensoren ter bepaling van passage van treinen;
2. De betrouwbaarheid van de waarneming van de sensoren;
3. De haalbaarheid om deze sensoren in te zetten op locaties waar geen fysieke data verbindingen zijn en waar geen energievoorziening is;
4. De mate van autonomie van de sensoren.

## 1.4 Concrete invulling

Op korte termijn willen we minimaal 2 verschillende technieken van verschillende leveranciers testen op emplacement Cartesiusweg. Ons beeld is dat dit Commercial of the Shelf (COTS) hardware is met een gedefinieerde interface die direct kan worden gebruikt. Wij denken daarom dat plaatsing in Mei 2018 haalbaar moet zijn.

Voor deze proef zijn wij op zoek naar leveranciers die sensoren kunnen leveren die voldoen aan de specificaties zoals vermeld in bijlage 1.

Indien er software ontwikkeling aan de sensor plaats dient te vinden ten behoeve van deze proef, is dit voor rekening van leverancier.

De benodigde software om alle data aan elkaar te relateren wordt door een derde partij gebouwd.

## 1.5 Vervolgstappen

Op lange termijn en indien de proef bewijst dat de sensoren voldoende nauwkeurig zijn, zal deze oplossing beschikbaar worden gesteld voor andere NCBG's. Mogelijk volgt daarvoor een aanbesteding voor verdere uitrol.

## 2 Procedure van de marktconsultatie

Ter voorbereiding op de voorgenomen proof of concept, wil ProRail inventariseren welke geschikte sensoren er verkrijgbaar zijn in de markt. Wij verwachten met deze marktconsultatie een beeld te krijgen van de beschikbare leveranciers en in hoeverre er oplossingen beschikbaar zijn die kunnen voldoen aan onze functionele specificaties (zie bijlage 1).

ProRail is voornemens enkele partijen die reageren op deze marktconsultatie uit te nodigen voor het doen van een offerte voor het leveren van ca. 5 sensoren.

Reacties naar aanleiding van deze marktconsultatie kunt u tot uiterlijk dinsdag 24 april 12:00 uur per e-mail sturen naar:

Marcel Gerrits  
marcel.gerrits@prorail.nl  
tel. 06-52179369

Uw reactie dient minimaal te bestaan uit:

- Contactgegevens
- Productblad
- Een overzicht waaruit blijkt aan welke eisen en wensen wel en niet kan worden voldaan
- Eventuele referenties naar toepassing binnen soortgelijke projecten.

## Bijlage 1: Zoekrichting en basiseisen aan de oplossing

### 2.1 Eisen en wensen ten aanzien van de werking van de sensor

- F1. EIS: In volgorde van belangrijkheid, dient de sensor minimaal een van de volgende objecten te kunnen detecteren:
- a. Passage van materieeleenheid (treinstel, locomotief, stam of rijtuig), met minimaal te verzenden informatie
    - o Meettijdstip
    - o Rijrichting
    - o Indien mogelijk type van materieeleenheid
    - o Indien mogelijk identificatie van materieeleenheid
  - b. Passage van as/wiel
    - o Meettijdstip
    - o Rijrichting
    - o Aantal getelde assen
    - o Asafstanden
    - o Indien mogelijk, aantal getelde wagons / wagon fingerprint
  - c. Passage van trein, met minimaal te verzenden informatie:
    - o Meettijdstip
    - o Rijrichting
- F2. EIS: De sensor dient in minimaal 95% van de gevallen de juiste informatie te versturen om daarmee de 90% doelen van de proef te realiseren. Afhankelijk van de lengte van de keten kan de sensor een nog beter te presteren dan 95%
- F3. EIS: Wegvallen van berichten, volgordewisseling of vervorming van berichten moet detecteerbaar zijn.
- F4. EIS: De sensor moet aan de onderhoudssystemen informatie over beschikbaarheid en betrouwbaarheid doorgeven (zie ook F7)
- F5. EIS: De sensor dient een eigen energievoorziening te hebben
- F6. EIS: De sensor moet minimaal 1 jaar autonoom kunnen draaien op deze energiebron
- F7. EIS: De sensor moet ruim van tevoren aan kunnen geven aan de onderhoudsorganisatie dat onderhoud nodig is.
- F8. EIS: Het vervangen van de energiebron kan door een ProRail onderhoudsaannemer worden uitgevoerd.
- F9. WENS: De sensor kan softwarematig op afstand uit slaapstand worden gehaald.
- F10. WENS: Eventuele configuratie aanpassingen in de sensor kunnen op afstand worden gedaan. De reden hiervoor is dat de toegang tot het emplacement aan strenge regels is gebonden en een (relatief) lange doorlooptijd kent.
- F11. EIS: Leverancier dient te beschrijven hoe wordt omgegaan met (data-)security. Hierin wordt ondermeer beschreven hoe wordt voorkomen dat onbevoegden toegang krijgen tot de sensor om de werking te

beïnvloeden.

F12. EIS: Minimaal de volgende documentatie dient beschikbaar te zijn bij levering van de sensor:

- Productblad met daarop de specificaties van de sensor en de communicatie
- Installatie instructies
- Handleiding voor operationeel beheer
- Interface specificatie

## 2.2 Richtlijnen bij gebruik van de sensor op of rond het spoor

Alle in 5.2 genoemde onderwerpen zijn eisen (en dus geen wensen) aan de sensor.  
Per eis dient bewezen dan wel aannemelijk te worden gemaakt dat de sensor hieraan voldoet.

### 2.2.1 Bevestiging aan het spoor

P1. De sensor moet met een degelijke verbinding aan of tussen de spoorstaven bevestigd worden waarbij de spoorstaven niet aangepast mogen worden. De oplossing moet kunnen worden aangesloten op spoor met verschillende typen spoorstaafprofiel:

- spoorstaaf type UIC 60;
- spoorstaaf type UIC 54;
- spoorstaaf type NP 46.

De spoorwijdte die in Nederland wordt toegepast bedraagt 1435 (+2/-0) mm, gemeten op de zijkant van de spoorstaafkop op een hoogte van 14 mm onder de kop van de spoorstaaf.

### 2.2.2 Plaatsing op/bij het spoor

P2. De sensor, incl. zijn bevestiging, bevindt zich geheel buiten het Profiel van Vrije Ruimte (PVR; Zie OVS00026).

P3. De sensor is zodanig bevestigd dat deze zich nooit zo kan verplaatsen dat deze binnen PVR komt c.q. afmetingen, gewicht en mechanische sterkte van de sensor zijn zodanig dat bij onverhoopt binnen PVR raken geen gevaar voor het treinverkeer kan ontstaan. Denk aan:

1. Sterkte bevestigingsconstructie
2. Invloed omgevingscondities (weersomstandigheden, trillingen, luchtverplaatsing / drukverschillen in tunnels, vandalisme)
3. Onjuiste montage (Juiste montage wijze opnemen in installatie-instructie)

P4. De sensor hindert of beperkt de juiste werking van de bewegende delen van wissels niet. Denk aan:

1. Beperking of verhindering van de beweging van wisseltongen of beweegbaar puntstuk
2. Verstoring van de aandrijving of standcontrole (mechanisch of elektrisch)

Zowel intern de steller als stangen

Verstoring van het vergrendelingsmechanisme

Bij het plaatsen of verwijderen van de sensor worden geen bewegende delen van het wissel losgenomen of versteld. (Dit kan de juiste instellingen van het wissel verstoren en daarmee de RAMS-prestaties aantasten)

### 2.2.3 Toegang tot het spoor

P5. Plaatsing op/bij het spoor mag enkel plaatsvinden na schriftelijke toestemming van ProRail en onder begeleiding van een veiligheidsman. De binnen ProRail vastgelegde procedures voor toegang tot het spoor zijn

te allen tijde van toepassing.

De mogelijkheden voor toegang tot het spoor zijn beperkt en toegang tot het spoor dient minimaal 2 weken tevoren te worden aangevraagd.

P6. De sensor oefent geen ontoelaatbare krachten op het spoor uit. (Zowel horizontale krachten evenwijdig aan het spoor, horizontale krachten dwars op het spoor als verticale krachten op het spoor.)

P7. De sensor kan bevestigd en verwijderd worden zonder bewerking van de spoorstaaf of dwarsliggers (Dus bijv. magnetische bevestiging of klemmen. En niet boren, lassen of lijmen).

## 2.2.4 Elektrische eisen

P8. Elektromagnetische beïnvloeding: zie bijlage EMC

P9. De sensor brengt geen elektrische verbindingen tussen spoorstaven tot stand. Denk aan geheel of gedeeltelijk:

1. Overbruggen van ES-lassen;
2. Elektrisch verbinden van beide spoorstaven van een spoor;
3. Elektrisch verbinden van spoorstaven van verschillende (o.a. naast elkaar gelegen) sporen. (Dergelijke verbindingen kunnen de correcte werking van treindetectie en/of ATB verstoren.)

P10. De sensor wordt zodanig geplaatst dat isolatieafstanden en doorslagspanningen niet negatief worden beïnvloed. (Met name bij plaatsing in de nabijheid van voedingssystemen of de bovenleiding.)

1. De sensor voldoet aan RLN00007
2. De sensor zendt geen onnodige elektromagnetische signalen uit.
3. De sensor beïnvloedt de huidige binnen het Nederlandse spoorwegsysteem gebruikte communicatiesystemen niet.

P11. Voor de volgende communicatie systemen mag ervan uit worden gegaan dat aan de EMC eisen voldaan is als gebruik gemaakt wordt van:

- LoRa: 868 MHz transceiver, zendvermogen  $\leq 25$  mW / +14 dBm
- Bluetooth Low Energy: 2,4 GHz transceiver, zendvermogen  $\leq 10$  mW / +10 dBm
- Mobiel data verkeer (oa. 3G / 4G)
- De vrije 433 MHz band

Andere communicatie systemen worden expliciet niet uitgesloten, maar daarvoor dient wel te worden gezorgd voor bewijslast danwel correcte onderbouwing dat deze de werking van bestaande systemen niet beïnvloedt.

P12. Indien de sensor beschadigd raakt kan de sensor de juiste werking van elektrische systemen in de nabijheid niet aantasten.

P13. Wat betreft voeding mag worden aangenomen dat aan de EMC eisen voldaan is indien de sensor wordt gevoed door een interne batterij met een maximale nominale spanning van 3,6 V en een maximale capaciteit van 11 Ah.

Andere types voeding worden expliciet niet uitgesloten, maar daarvoor dient wel te worden gezorgd voor bewijslast danwel correcte onderbouwing dat deze de werking van bestaande systemen niet beïnvloedt.

## 2.2.5 Interactie met machinisten

P14. De sensor beperkt de zichtbaarheid en herkenbaarheid van seinen en borden niet

P15. De sensor kan niet verward worden met seinen uit bijlage 4 van de Regeling Spoorverkeer

P16. De sensor kan niet leiden tot verblinding van machinisten. (Let met name op mogelijke reflectie van zonlicht door de behuizing.)

P17. De sensor wekt niet de indruk dat in het spoor onbevoegd voorwerpen zijn geplaatst. Behuizing bij voorkeur geel, grijs of zwart.

## **2.2.6 Elektrische spanning op de spoorstaven in 1500 DC gebied**

Ter informatie:

De spanning die door het spoorstroomloop circuit maximaal tussen de spoorstaven kan voorkomen ten behoeve van de detectie bedraagt maximaal circa 15V met een frequentie van 75 Hz of 50 Hz.

De overige spanningen die op de spoorstaven kunnen voorkomen zijn common mode-spanningen (veroorzaken over het algemeen geen grote potentiaalverschillen tussen de spoorstaven) en (hoge kortdurende) spanningen als gevolg van blikseminslag.

Naast spanningen op de spoorstaaf lopen de tractie retourstromen door de spoorstaaf welke enkele honderden tot duizenden ampère kunnen zijn.