



Annex 1. Vraagspecificatie Data Science met Fibre Optic Accoustic Sensing

N.B.: Dit document bevat de opdrachtomschrijving voor de gehele contractperiode.

Van Verantwoordelijke instantie	ProRail
Modelversie	1.0
Modeldatum	februari 2024
Modelstatus	Definitief

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Opbouw vraagspecificatie	3
2	Algemene informatie ProRail.....	4
2.1	Als organisatie	4
2.2	Afdeling Assetmanagement en Innovatie	4
3	Omschrijving van de gevraagde dienstverlening / product	6
3.1	Context project	6
3.2	Onderzoek tot dusver	6
3.3	Doelstelling project	7
4	De vraagspecificatie.....	8
5	Uitgangspunten van de opdracht tbv vraagspecificatie Levering van 2 interrogator systemen	9

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het doel van deze aanbesteding is het sluiten van een lease overeenkomst tussen ProRail en Opdrachtnemer.

1.2 Opbouw vraagspecificatie

Deze vraagspecificatie bestaat uit de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2 : Algemene informatie Opdrachtgever
- Hoofdstuk 3 : Omschrijving van de gevraagde dienstverlening
- Hoofdstuk 4 : De vraagspecificatie
- Hoofdstuk 5 : Uitgangspunten van de opdracht

2 Algemene informatie ProRail

2.1 Als organisatie

ProRail is verantwoordelijk voor het volledige spoorwegennet van Nederland: aanleg, onderhoud, beheer en veiligheid. Ze verdeelt als onafhankelijke partij de ruimte op het spoor onder veel verschillende vervoerders, regelt alle treinverkeer, bouwt en beheert stations en legt nieuwe sporen aan. En ten slotte onderhoudt ProRail o.a. bestaande sporen, wissels, seinen en overwegen. Dit alles maakt mogelijk dat er jaarlijks 15,2 miljard reizigers en 42 miljoen ton goederen worden vervoerd in Nederland.

Onze missie

ProRail verbindt mensen, steden en bedrijven per spoor, nu en in de toekomst. We maken aangenaam reizen en duurzaam vervoer mogelijk. Elke dag maken wij mogelijk dat een miljoen reizigers en meer dan 100.000 ton goederen met de trein op hun bestemming kunnen komen, over onze ruim 7000 kilometer spoor. Dit hebben generaties voor ons in de afgelopen 175 jaar opgebouwd, daar zijn we goed in en daar zijn we trots op!

Wij zijn een internationaal toonaangevende organisatie waar vakmensen een essentiële rol vervullen in de bereikbaarheid van Nederland. Dit zien we terug in de internationale vergelijking: Nederland behoort tot de meest druk bereden en meest punctueel bereden Spoorwegnetwerken van Europa.

Onze opgave en ambities:

In Nederland verwachten we de komende jaren een flinke groei in het aantal reizigers en goederen dat via alle modaliteiten (weg, water, spoor en lucht) vervoerd wil worden. Aan ons de opdracht om die groei op het spoor te faciliteren en zo op duurzame wijze bij te dragen aan het oplossen van de mobiliteitsvraag van Nederland. We doen dit door een steeds betrouwbaarder, duurzamer en betaalbaarder spoor aan te bieden dat steeds intensiever bereden kan worden. Daarom hebben we de volgende strategische ambities:

- ProRail **Verbindt**: we zorgen ervoor dat er meer mensen en goederen over het spoor vervoerd kunnen worden.
- ProRail **Verbeterd**: We zorgen ervoor dat mensen en goederen op de verwachte tijd aankomen op hun bestemming.
- ProRail **Verduurzaamt**: We zorgen ervoor dat mensen en goederen op een duurzame manier op hun bestemming komen.

2.2 Afdeling Assetmanagement en Innovatie

Opdrachtnemers leveren producten aan de afdeling Datalab. Het Datalab is een samenwerkingsverband tussen de afdelingen Assetmanagement, Innovatie, ICT en Verkeersleiding. De oplossingen die worden ontwikkeld zijn voornamelijk van toegevoegde waarde voor de afdeling Assetmanagement.

Assetmanagement

De ambitie van de bedrijfseenheid Assetmanagement (AM) is de railinfrastructuur te leveren voor de mobiliteit van vandaag en morgen. We focussen op de vraag van vandaag, maar ook, net zo belangrijk, op de behoeften van morgen. AM is verantwoordelijk voor de optimale betrouwbaarheid en veiligheid van het spoorwegennet van Nederland. AM zorgt voor het beheer van het spoor buiten (de 'assets'), de optimale besteding van geld daarvoor, het laten uitvoeren van het dagelijks, kleinschalig onderhoud en het oplossen van storingen. Om dit te realiseren werkt AM aan het afsluiten en aansturen van contracten met de procescontract aannemers (PCA's) die het dagelijkse (procesmatige) onderhoud verrichten. Daarnaast registreren wij de vervangingen van bestaande infrastructuur. Door goed dagelijks onderhoud en beheer van de huidige infrastructuur, en door gestructureerd vooruit te kijken (wanneer is infrastructuur aan vervanging toe?) houdt AM het bestaande spoor in topconditie, zodat de dienstregeling zonder verstoringen kan worden uitgevoerd.

Innovatie

Innovatie is een noodzaak, omdat de wereld van het spoorvervoer sneller verandert dan ooit. We gebruiken het spoor steeds intensiever en de samenleving heeft nieuwe behoeften en wensen. Nieuwe technologie en slimme toepassingen op en rond het spoor bieden daarvoor oplossingen, voor nu en voor de lange termijn. Wij investeren in innovatie voor een toekomstbestendig, veilig en comfortabel spoor. Samen met collega's en partners innoveren we binnen de logistieke- en de asset-waardeketen, om de veiligheid, betrouwbaarheid en punctualiteit van het spoor voor reizigers en verladers te vergroten. Dit om de voorsprong van het spoor als duurzame vorm van mobiliteit te versterken.

Wij verkennen nieuwe disruptieve logistieke en technologische ontwikkelingen: a) From talking to testing; samen experimenteren en gericht innoveren; b) Voorspellen en voorkomen verstoringen; benutten nieuwe ICT mogelijkheden in de asset-keten; c) Innovaties productierijp maken; gereed voor implementatie/uitrol.

Onderdeel van de afdeling Innovatie is de bijdrage aan het Datalab:

Het DataLab is de innovatieve broedkamer voor spoordata. Hier experimenteren data-experts van ProRail en partners met big data-technologie om de conditie van het spoor beter te kunnen volgen en storingen voor te zijn. Door bestaande databronnen aan elkaar te koppelen maken we voorspellende modellen, zodat spoormedewerkers preventief maatregelen kunnen nemen en treinhinder wordt voorkomen.

3 Omschrijving van de gevraagde dienstverlening / product

3.1 Context project

ProRail wil bijdragen aan het verbeteren van de treinpunctualiteit door storingen of snelheidsbeperkingen die veel invloed op het treinverkeer hebben te reduceren. In totaal wordt 26% van het totaal aantal treinvertragsminuten veroorzaakt door defect treinmaterieel (12%) of defecte infrastructuur (14%). Daarnaast is de verslechterde kwaliteit van de ondergrond van het baanlichaam op sommige plekken in Nederland oorzaak voor een Snelheidsbeperking op die locaties. De wens is om conditieverslechtering van infra, materieel en ondergrond beter te kunnen volgen, om hiermee storingen van te voren te zien aankomen om deze vervolgens te voorkomen (predictive maintenance).

Daarnaast zijn vertragingen veroorzaakt door derden ook een groot probleem. Denk hierbij aan spoorlopers, vandalisten, koperdieven en suicidale personen. Als deze activiteit op-, of rond het spoor op het moment dat ze plaatsvinden opgemerkt kunnen worden kan dit in potentie veel bijdragen in de veiligheid en beschikbaarheid van treinverkeer.

Momenteel wordt de conditie van de infrastructuur ca. 2 maal per jaar gemeten middels meettrein diensten. Daarnaast wordt ook steeds meer ingezet op sensoren in, op en rond de baan. Door de inzet van "vrije vezels" in bestaande glasvezel kabels voor dataverkeer in te zetten als monitoring sensor kan de conditie van de infrastructuur continu gemeten worden, zodat potentiële gebreken veel sneller geconstateerd en opgelost kunnen worden. Glasvezelkabels liggen namelijk al langs praktisch elk stuk spoor ingegraven. Het is een duurzaam, betrouwbaar, veilig en goedkope aanvulling of alternatief voor andere monitoringsmiddelen die nu voorhanden zijn.

3.2 Onderzoek tot dusver

Om deze reden is er reeds een 3-tal projecten uitgevoerd met deze techniek. In Culemborg is in 2020 onderzoek gedaan naar de samenstelling van de ondergrond en de kritische baanvaksnelsnelheid van de trein en is uitgevoerd in samenwerking met Deltares. In 2022 / 2023 is een uitgebreide proef uitgevoerd samen met Network Rail op een stuk operationeel- en testspoor in Groot Brittannië. In de breedte worden hier use cases beproefd op het gebied van Trein en Wieldefecten, Spoordefecten, Overwegen en Spoorlopers. Tot slot is er in 2022 door ProRail een datascience team opgericht aangevuld met externe data science capaciteit en is er een jaar lang een interrogator geleast en op een glasvezel aangesloten van een operationeel baanvak in Nederland om elke 2 maanden een use case onderzoeken. Er zijn 7 use case onderzocht op detectie te weten:

1. Treinen
2. Wieldefecten
3. Elektrische scheiding(ES)-lassen
4. Losse klemveren
5. Spoorlopers
6. Overwegverkeer
7. Kritische baanvaksnelsnelheid en opbouw ondergrond.

Deze laatste use case is samen met Deltares opgepakt om het eerdere model van Culemborg te verbeteren.

Met uitzondering van de use case Losse Klemveren zijn we op alle use cases succesvol geweest. Om deze reden wil ProRail het komende jaar (2024 – 2025) een 5-tal use cases verder gaan ontwikkelen en beproeven met behulp van sensordata uit een aantal te leasen interrogator units die gekoppeld wordt aan de vrije vezels in een bestaande glasvezelkabel. Deze interrogators worden ingezet op locaties die uitgezocht zijn voor de specifieke use cases. Hiermee ontstaat feitelijk een microfoon/trillingssensor van kilometers lengte langs het spoor waarmee spoor- en materieeldefecten, maar ook spoorlopers kunnen worden "gehoord". De data die de interrogator verzamelt wordt gebruikt om algoritmes op te ontwikkelen waarmee deze defecten en spoorlopers kunnen worden herkend en vervolgens aan te tonen of ProRail met de 'glasvezel' data de use cases

kan invullen. Aan het eind van het deze periode worden alle uitkomsten gereviewed en wordt een conclusie getrokken over de inzet van interrogators en algoritmes op de verschillende use case in de operatie.

3.3 Doelstelling project

Het doel van dit project is:

- Onderzoeken, aantonen en verder ontwikkelen in hoeverre met acoustic sensing m.b.v. een glasvezel kabel de onderstaande use cases kunnen worden aangetoond;
- Operationaliseren van de use case 'kritische treinsnelheid' met behulp van acoustic sensing;
- Testen realtime monitoring met alarmmelding in het geval van spoorlopers, gravende dieren, holle ruimtes in het baanvak en wieldefecten.
- Testen edge computing waarbij algoritmes van 1 of meer van de use cases lokaal worden toegepast op de ruwe data en een 'alarmmelding' genereert.

De use cases zijn:

- 1) Baanstabielheid onderzoek (baanvak deventer-duitse grens):
 - a) Meten van grondverplaatsing van het baanvak deventer tot dutse grens (goed vergelijken aangezien daar met conventionele techniek ook metingen worden gedaan.)
 - b) Meten van spoor verzakking (goed vergelijken aangezien daar met conventionele techniek ook metingen worden gedaan. De sensoren op de dwarsliggers)
 - c) Meten van de opbouw van de ondergrond (op basis van golfschuifsnellheid) bij Deventer – Duitse grens
 - d) Meten en berekenen van de kritische baanvaksnellheid (bij Deventer plus een top 3 van andere plekken in NL)
 - e) Monitoren ondergrond op kritische locaties
- 2) Detectie wieldefecten doorontwikkeling
 - a) Identificatie van een trein / treinstel / as / wiel met een wieldefect
 - b) Een indicator voor de ernst van het wieldefect en welk wiel het betreft
- 3) Detectie spoorlopers doorontwikkeling
 - a) De aanwezigheid van personen naast het spoor (range 2 tot 10 meter)
 - b) De aanwezigheid van personen naast en in het spoor (van 1 meter tot in het spoor)
 - c) Het onderzoeken en ontwikkelen van de mogelijkheid om Realtime te kunnen monitoren
 - d) Het onderzoeken en ontwikkelen van de mogelijkheid om edge computing toe te kunnen passen tijdens deze use case
- 4) Trillingshinder
 - a) Inzicht in mate van trillingshinder en het effect van mitigerende maatregelen (zoals bv spooronderhoud) op trillingshinder. (hanzelijn lijkt geschikt)
- 5) Opsporen gravende dieren
 - a) Opsporen van graafactiviteiten van dieren (o.a. Dassen en Bevers)
 - b) Opsporen van hollen van dieren (in relatie met spoorverzakking)
 - c) Real time monitoren van een baanvak

4 De vraagspecificatie

Ten behoeve van de realisatie van de opdracht ziet ProRail de volgende vraagspecificatie zich voor:

Scope van de opdracht

- Levering van 2 interrogator systemen:
Gevraagd wordt een lease constructie van een 2-tal interrogator systemen voor de duur van 1 jaar met optie tot verlenging van 6 maanden. In de lease is inbegrepen per interrogator systeem een interrogator unit plus alle randapparatuur die nodig is om functioneel het volgende te bereiken :
 - Met distributed acoustic sensing een glasvezelverbinding te kunnen monitoren op trillingen (een zogenaamde interrogator die lasersignalen door een glasvezel kan sturen en de weerkaatsing kan opvangen)
 - Lokale opslag en verwerking van de data die is ingewonnen door Distributed acoustic sensing. Zowel op een plaatselijk harddisk als te kopiëren naar 2 mobiele harddisks van ieder minimaal 4 TB.
 - Een unit waar lokaal algoritmes op kunnen worden gezet die kunnen worden toegepast op de ingewonnen data ,
 - Lokaal de mogelijkheid data te kunnen inzien (bv met een computer met beeldscherm)
 - Compacte en beschermende behuizing voor het gehele systeem ,
 - Het kunnen monitoren van het systeem zelf als het kunnen aanpassen van instellingen van het systeem door middel van remote acces (bv met een modem);
 - Het kunnen afsluiten van de vezel aan het andere einde van de glasvezelverbinding (bv een attenuator)
 - Voor de technische specificatie van het systeem wordt verwezen naar de Annex 1a.
- Beheer van het systeem:
Naast de levering van het systeem wordt ook het Remote -beheer, -wijzigingen van instellingen en -support verstaan. Hieronder wordt verstaan:
 - Het onderhouden van het systeem op afstand door bv het uitvoeren van software updates.
 - Onder wijzigingen van instellingen wordt verstaan dat de instellingen van het systeem worden aangepast zoals bv de channel breedte of de Gauge instellingenOnder support wordt verstaan dat er remote kan bekeken worden of het systeem naar behoren functioneert en als dat niet het geval is dat er een diagnose gesteld wordt van een eventuele omissie. In het geval het remote beheer niet volstaat door bv grotere software updates of hardware problemen dan zal de opdrachtnemer organiseren dat er de noodzakelijke updates van software en/of vervangingen van hardware wordt gerealiseerd. Dit kan bv gedaan worden in samenwerking met ProRail en/of de integrator. De extra kosten komen voor rekening van de opdrachtnemer.

Buiten scope van de opdracht

- Integratie van de interrogator op ProRail glasvezel netwerk (de daadwerkelijke installatie van het systeem op het glasvezelnetwerk en de afwerking op locatie);
- Levering van data science capaciteit ten behoeve van onderstaande activiteiten:
 1. Inwinning data
 2. Analyse
 3. Dataprepping
 4. Inrichten algoritme per use case
 5. Toepassen algoritme op datasets
 6. Iteratie algoritme en valideren op andere dataset

5 Uitgangspunten van de opdracht tbv vraagspecificatie Levering van 2 interrogator systemen

Levering van de interrogator systemen geschiedt in afstemming met ProRail projectgroep FOAS en Integrator.

Leverancier levert expertise (on- of off premise; wat nodig is) zodat de integrator in staat gesteld wordt het systeem te installeren aan het ProRail Glasvezelnetwerk.

Leverancier levert documentatie op zoals (installatie) handleidingen en voorschriften zodat de integrator het systeem correct en veilig kan installeren en afkoppelen.

Tijdens de kalibratie van de interrogator kijkt de leverancier (remote) mee in het systeem ten behoeve van de te kalibreren punten op het baanvak waar de Interrogator gaat monitoren.

Leverancier monitort tijdens de werking van de interrogator systemen de werking van de systemen op dagbasis. Evt uitval van een systeem wordt binnen 24 uur gemeld aan ProRail projectgroep FOAS. Elke maand wordt er een rapportage opgeleverd van de werking van het systeem.

Leverancier is tijdens werkdagen bereikbaar voor ProRail in het geval van storing, incidenten of vragen. Vragen worden op weekbasis behandeld. Storingen en incidenten binnen 24 uur.

In overleg met leverancier wordt ondersteuning geboden door de leverancier voor specifieke proeven met bv edge computing en real time monitoring.

Tijdens de projectperiode wordt elke drie weken in een overleg van 1 uur afgestemd tussen Leverancier en ProRail over de werking van het systeem en de voortgang van de use cases.

Specificaties systeem:

- Trillingen ter grootte van een lopend volwassen persoon in de buurt van de glasvezel (binnen 20 meter) dienen te kunnen worden waargenomen door de interrogator
- Interrogator dient aangesloten te worden op de volgende glasvezel type met de volgende specificaties: Single mode glasvezel (Single mode (SM) non-dispersion shifted (NDS) vezels conform ITU-T G.652.D of ITU-T G.657.A1, alsmede NEN-EN-IEC 60793 - 2-50, categorie B 1.1.)
- Remote verstelbare meterlengtes (gauge length) die kunnen worden geoptimaliseerd voor de gebruikte kabellengte. Minimale gaugelength van 2 meter. Minimale kanaalafstand van 1 meter voor bereik van 15 km.
- ProRail staat apparatuur toe tot klasse 3R (staat gelijk aan 5 mW)
- GPS-tijdsynchronisatie
- Vlakke frequentierespons inclusief tot DC (0 Hz)
- Mogelijkheid tot 100 km gegevensuitvoer, met minimaal 25.000 kanalen met een pingsnelheid van 1 kHz, in realtime verkregen.
- 100% van de gegevens kan naar SSD of RAID0 HDD worden geschreven
- Eenvoudig verstelbare kanaallengtes (1 meter tot 100 meter)
- De opdrachtnemer dient aan te tonen dat het apparaat of de vaste installatie voldoet aan de door ProRail gestelde EMC-eisen door middel van het leveren van een Declaration of Conformity (conformiteitsverklaring). Daarbij dienen tevens de bijbehorende testrapporten, uitgegeven door een NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerde testinstelling, geleverd te worden.
- De opdrachtnemer dient aan te tonen dat het apparaat of de vaste installatie voldoet aan de electromagnetische emissie normen zoals gesteld in de RLN00007-V007. Dit is de Nederlandse richtlijn, inclusief aanvullingen (verzwaringen), voor de Europese NEN-EN 50121 (delen 1 t/m 5) (zie Annex 1a).
- De apparatuur moet werken op 230V AC 50 Hz.
- Levering van attenuators voor het afsluiten van de glasvezelverbinding aan het einde

Functional specificities:

- Levering van de ruwe data (met open source Python package uit te lezen bv H5 formaat) moet opgeleverd worden door het systeem van de leverancier. Interne opslagcapaciteit voor ruwe data voor maximaal 2 weken aan dataSysteem moet lokaal alerts kunnen genereren: Het

systeem voorziet in een plek waar algoritmen lokaal geplaatst kunnen worden en toegepast kunnen worden op de data. Als de uitkomst de vastgestelde drempels overschrijdt, wordt er een alarm gegenereerd (edge computing). Het systeem biedt een oplossing voor real-time datastreaming die gedurende een korte periode wordt getoond.

Levering systeem:

- Het systeem dient te worden afgeleverd op een nader te noemen locatie in Nederland
- Het systeem dient te worden geleverd op een werkdag en niet in het weekend.
- Elk DAS-instrument wordt vóór verzending afzonderlijk getest en moet aan strikte testlimieten voldoen. Dit zorgt ervoor dat elke DAS-unit voldoet aan de specificaties vermeld in deze lijst met criteria, of deze zelfs overtreft. De uitkomst van de test wordt meegestuurd met de levering van het systeem.