



# Onderhoud van Rollend Materieel

---

KIVI bijeenkomst, 9-11-2023

Maarten de Vries, Principal Consultant RAMS-LCC ([Maarten.deVries@Ricardo.com](mailto:Maarten.deVries@Ricardo.com))



# INHOUD

Introductie Ricardo

---

Kenmerken Rollend Materieel

---

Toepassing diagnose- en sensordata

---

Implementatie

---

Ontwikkelingen

---

Uitdagingen

---

5 Voorbeelden

# WE ARE WELL POSITIONED ACROSS OUR KEY MARKETS

We operate in markets that offer long-term growth potential. By leveraging our key expertise across the Group and continuing to focus on world-class delivery, we ensure high quality outcomes for all our stakeholders.





## RAIL AND MASS TRANSIT

Supporting clients in navigating the rail industry's operational, commercial and regulatory demands

We support initiatives from feasibility to delivery, and prioritise improving the sustainability of your operations



Experience in every aspect of the project life cycle

Addressing critical problems from all angles across every aspect of the rail industry



In-depth knowledge

We have over 400 railway specialists based in 15 countries working on projects across the globe





# EXPERTS IN CRITICAL AND COMPLEX RAILWAY SYSTEMS WITH CAPABILITES ACROSS ALL DISCIPLINES

## SYSTEMS ENGINEERING

Systems engineering extends across technical activities that help the client realise the intended performance of a complete and integrated system

## OPERATIONS AND MAINTENANCE

Disciplines and products that help operators or maintainers to optimise day-to-day operations or enable them to deliver long-term efficiencies

## DESIGN AND ENGINEERING

From capturing requirements through to design, in-house manufacturing and approvals, we provide end-to-end support that includes full project management

## INDEPENDENT ASSURANCE

Assurance solutions include accredited schemes that are driven by legislative requirements, as well as general third-party safety assessment and quality inspection services





14:48 **+20 minuten**  
**Amsterdam Centraal**  
via Sloterdijk

15:03 Intercity Amsterdam C rijdt niet  
15:33 Intercity Amsterdam C rijdt niet  
15:18 Intercity Amsterdam C rijdt niet  
14:29 Intercity Dordrecht +35 min.

spoor  
**3<sup>a</sup>**

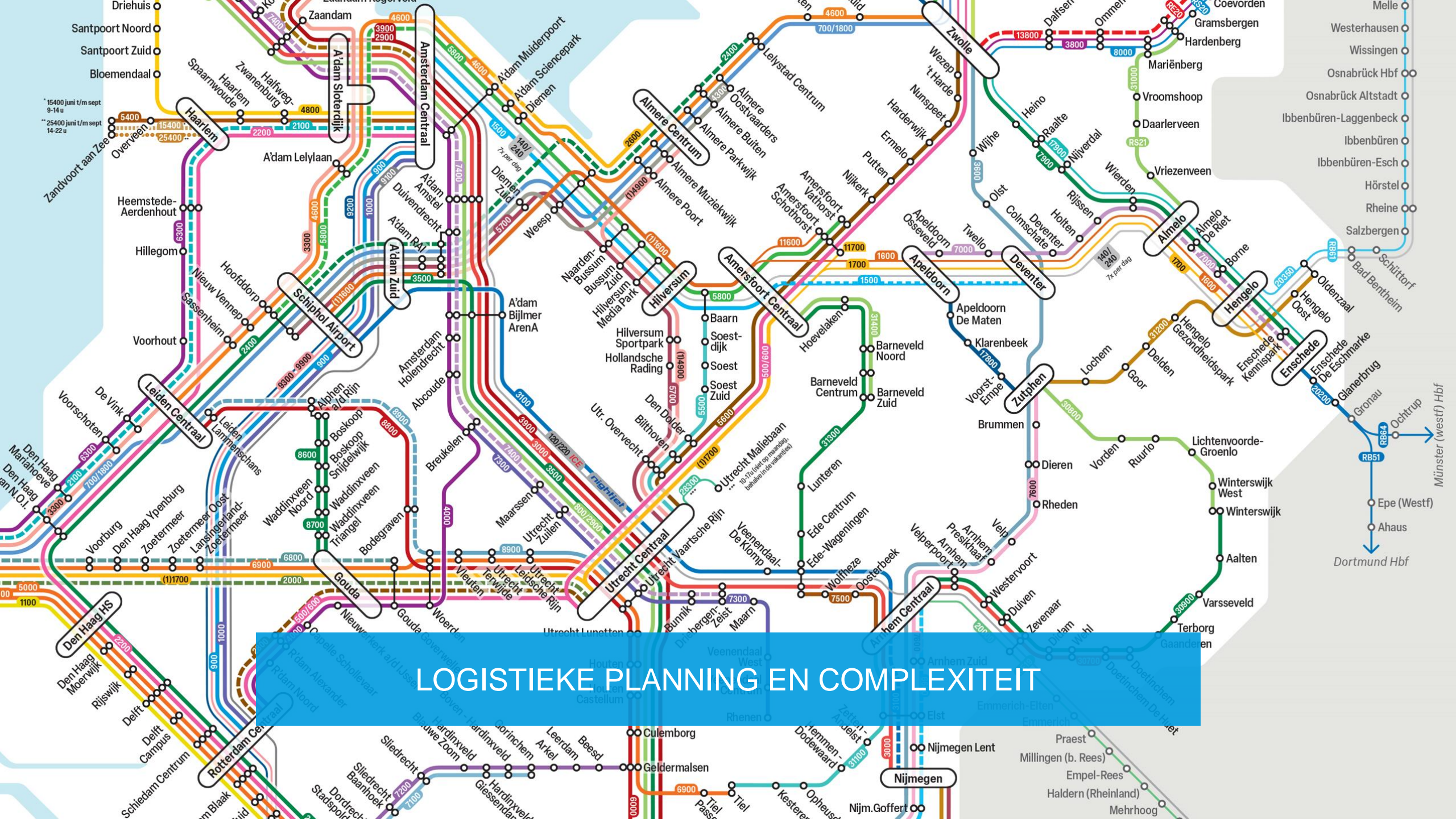
HOGE EISEN AAN BETROUWBAARHEID EN  
BESCHIKBAARHEID





HOGE EISEN AAN VEILIGHEID





\*15400 juni t/m sept 9-14 u  
\*\*25400 juni t/m sept 14-22 u

# LOGISTIEKE PLANNING EN COMPLEXITEIT

Dortmund Hbf

Münster (westf) Hbf





TECHNISCHE COMPLEXITEIT EN NIEUWE (ICT) TECHNIEKEN

Geen verbinding met ETCS

NL   
1,5 kV

07 26 45



**TIENERTOER** 14 april t/m  
1 september  
2019



TECHNISCH LANGE LEVENSDUUR VAN ASSETS



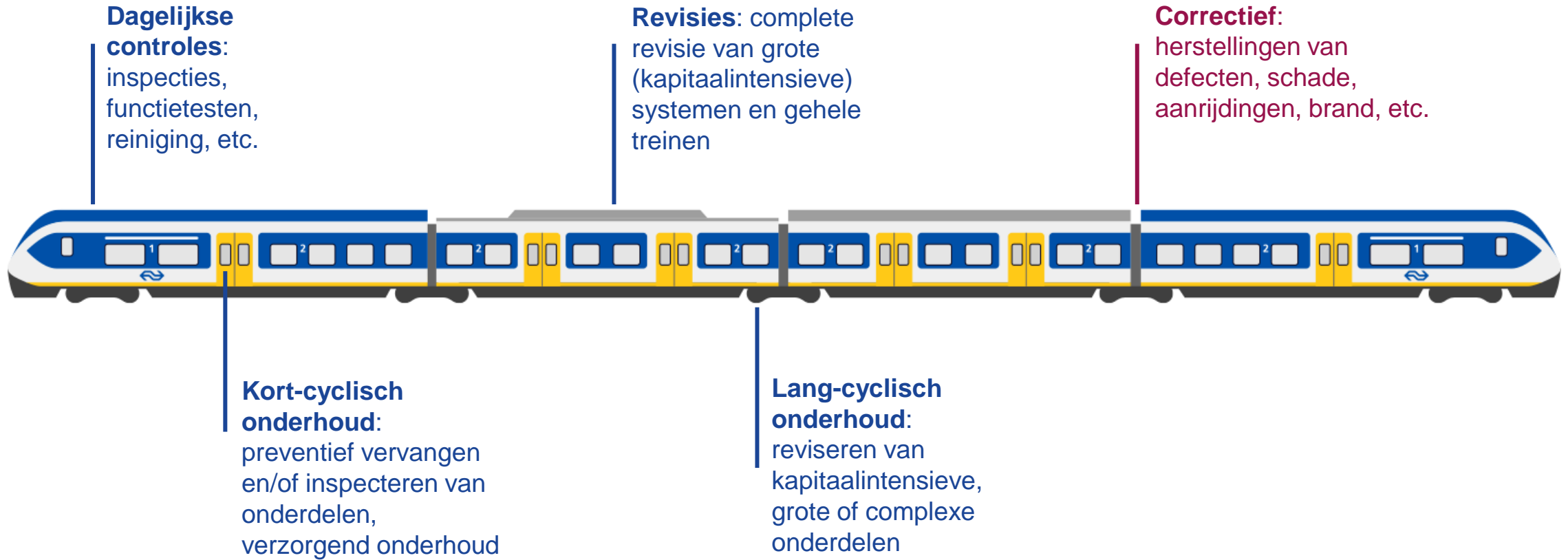
## KENMERKEN ONDERHOUD AAN ROLLEND MATERIEEL

- Strengere veiligheidseisen
- Entity in Charge of Maintenance (ECM) verordening
- Technische complexiteit en nieuwe (ICT) technieken
- Hoge betrouwbaarheids- en beschikbaarheidseisen
- Lange levensduur van assets (rollend materieel 20-30 jaar)
- Niet locatie-gebonden assets (!)
- Uitdagende logistieke planning
- Inzetcondities op infrastructuur (niet iedere trein kan en mag overal ingezet worden)
- Verschillende onderhoudslocaties (vervoerder specifiek)
- Verschillende servicelocaties (vervoerder specifiek)
- Specialisatie onderhoudslocaties (allround is niet altijd mogelijk)
- Inzet storingsdienst heeft beperkingen
- Correctief onderhoud op locatie slechts beperkt mogelijk
- ...



Verordening (EU) 2019/779 'Entity in Charge of Maintenance' (ECM)

## TYPEN ONDERHOUD BIJ ROLLEND MATERIEEL





## WAAROM DATA EEN BELANGRIJKE ROL SPEELT



- Hogere eisen aan betrouwbaarheid en beschikbaarheid materieel
- Personeelstekort en vergrijzing (reduceren van het aantal onderhoudstaken)
- Verbeteren arbeidsomstandigheden (wegnemen of vereenvoudigen van ARBO-kritische onderhoudstaken)
- Verkorten doorlooptijd onderhoud (minder visuele en handmatige inspecties)
- Verkorten hersteltijden storingen (vereenvoudigen storing zoeken)



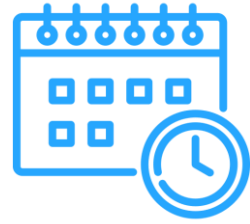
- Beschikbaarheid van data uit processen, databases
- Beschikbaarheid van data uit monitoringsystemen
- Actueel inzicht in status en kwaliteit van systemen en componenten
- Kostenreductie in onderhoud (juiste onderdelen vervangen, minder repeterend werk)
- Voorkomen van complexe herstellingen

## DATABRONNEN

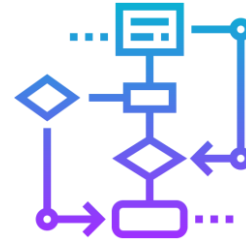
---



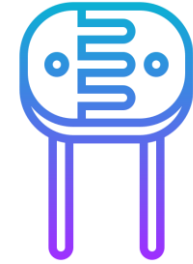
ERP / CMMS



Operationele inzet



Processen



Monitoring systemen



On-board diagnose



Board-wal communicatie



Wal monitoring systemen



Treinbeveiliging



## TOEPASSINGEN VAN DIAGNOSE- EN SENSORDATA IN OPERATIE EN ONDERHOUD

---

- 1 Preventive maintenance:** predictive data driven approach to maintenance
- 2 Corrective maintenance:** incidental repair of system functionality (random technical failures)
- 3 Problem management:** structural off-line repair of replaceable units (systematic technical failures)
- 4 Change, release, configuration management:** modifications and adjustments
- 5 Service validation and testing:** input for V&V activities during the project phase
- 6 Security management:** management of security-related aspects
- 7 Operational performance management:** management of random and systematic failures originating from operation
- 8 Service level management:** contract management of SA/SLA's

## CONDITION BASED EN PREDICTIVE MAINTENANCE

- Evolutie van planmatig onderhoud (tijd of inzet gebaseerd) naar onderhoud wanneer het echt nodig is
- ‘Traditionele’ onderhoudsstrategieën, processen en uitvoering hebben een bepaald ‘volwassenheidsniveau’ – en kunnen tot een bepaald niveau worden geoptimaliseerd
- Condition Based Maintenance (CBM) wordt gezien als ‘volgende stap’ in de evolutie van onderhoud
- Een belangrijk element van CBM is effectief gebruik maken van data uit systemen en operatie





## VOORBEELD CONDITIE-GEBASEERD ONDERHOUD

**Preventief:** handmatige inspectie met peilstok



- Niet-beschikbaarheid asset
- Arbeidskosten
- Ongeplande onderhoudstaak

**Condition Based:** frequente meting met waarschuwing



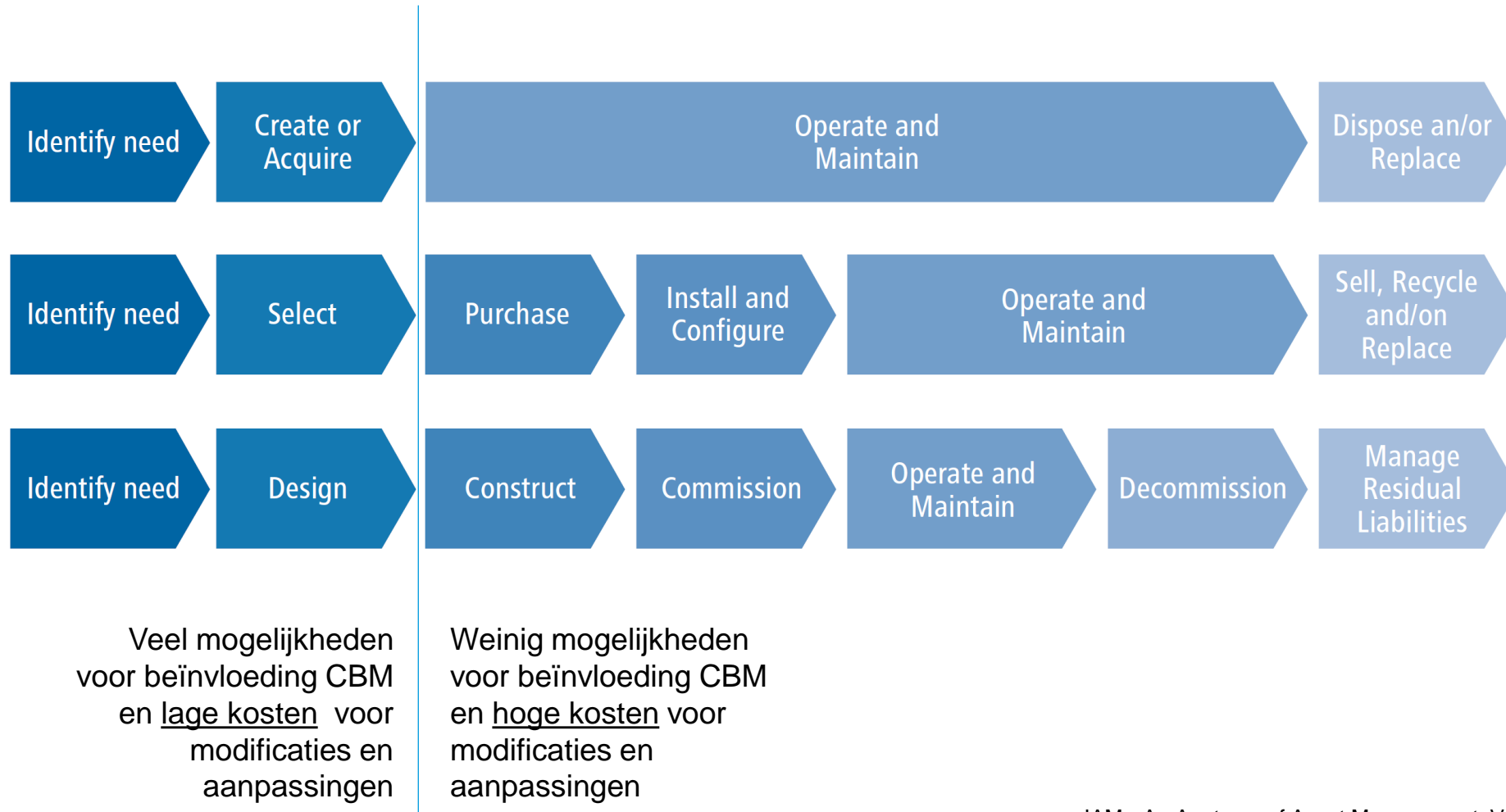
- Beschikbaarheid asset
- Langere levensduur
- Geplande onderhoudstaak binnen vooraf vastgestelde periode

**Predictive:** frequente meting met voorspelling



- Beschikbaarheid asset
- Maximaal benutte levensduur
- Geplande onderhoudstaak op vooraf voorspeld moment

## WANNEER IN DE LEVENSCYCLUS



IAM - An Anatomy of Asset Management, Version 3, December 2015



## HOE IMPLEMENTEREN IN ONDERHOUD?

### Reliability Centered Maintenance (RCM)

- RCM is een wereldwijd erkende, veelgebruikte, gestandaardiseerde (EN 60300-3-11:2009) en geaccepteerde methode voor het opstellen van onderhoudsplannen, met haar oorsprong in de luchtvaart
- Voorziet in een structuur (specifiek de 'RCM beslissingsmatrix') om geschikte onderhoudstaken te selecteren om de kans en effect van falen te mitigeren
- Maar voorziet (nog) niet specifiek in 'continue monitoring' als optie voor onderhoudstaken

### CBM / PdM monitoringsystemen

- Is een veelgebruikte maar vaak specifieke oplossing om data uit een asset te ontsluiten voor de toepassing van diagnose en/of onderhoudsbeslissingen
- Is net als het te monitoren asset, ook een (sub)systeem
- Heeft zijn eigen betrouwbaarheid en beschikbaarheid, en kan dus uitvallen
- Wordt een 'kritisch onderdeel' als het onderhoudstaken vervangt
- Kan niet zomaar worden toegepast worden op veiligheidskritische systemen (denk aan SIL-levels)
- Is doorgaans complex om 'fit-for-purpose' te ontwerpen
- Er bestaan weinig 'one-size-fits-all' oplossingen, en moeten vaak 'tailor made' worden ontworpen (kenmerkend is dat het monitoringsysteem meer kan dan strikt noodzakelijk)
- Implementatie in/op bestaande assets en aansluiting op bestaande (ICT) architectuur is een uitdaging

## UITDAGINGEN

ECM-verantwoordelijkheden, lease constructies en uitbesteed onderhoud versus kosten/baten voor data-gestuurd onderhoud



Verschillende toepassingen (8) vragen om andere aanpak – een uitbreiding van de scope is (dus) niet vanzelfsprekend mogelijk met hetzelfde systeem



Data kwaliteit en beschikbaarheid op een specifiek moment en over lange termijn



Korte-termijn focus (< 5 jaar) versus Asset Management focus (levensduur) leidt tot andere beslissingen



Voldoende aandacht voor complexiteit ICT of integratie – denk aan meerdere dashboards voor een controller en Cyber Security



Integratie in bestaande tijds- en ingezet gebonden onderhoudsprocessen



Strategie voor ontwikkeling (Business Case gedreven) moet opgesteld worden



Specificaties en Eisen aan een monitoringssysteem moeten vooraf helder zijn



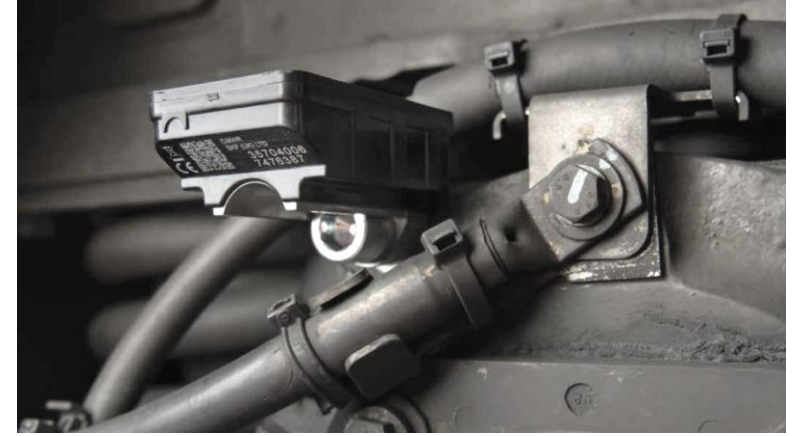
Invloed van Human Factors op acceptatie, gebruik en effect (ROI!) van de CBM-oplossing





## ONTWIKKELINGEN

- Omgang met complexe storingsen (IT/OT)
- Onderhoud gebaseerd op individueel gebruik (counters, operationele uren)
- Modulaire opbouw van onderhoud (geen grote beurten)
- Positionering van Obsolescence Management
- Data modellen voor voorspellend onderhoud
- Data Science als vakgebied
- Standaardisatie van processen en methoden (bijv. systeemindelingen)
- Toegankelijkheid van nieuwe technologie (lagere kosten)
- Toepasbaarheid van nieuwe technologie (hogere rekenkracht, hogere energie-efficiënte)
- Uitwisseling van (grote hoeveelheden) data wordt eenvoudiger door krachtigere netwerktechnieken (5G advanced, 6G, FRMCS)

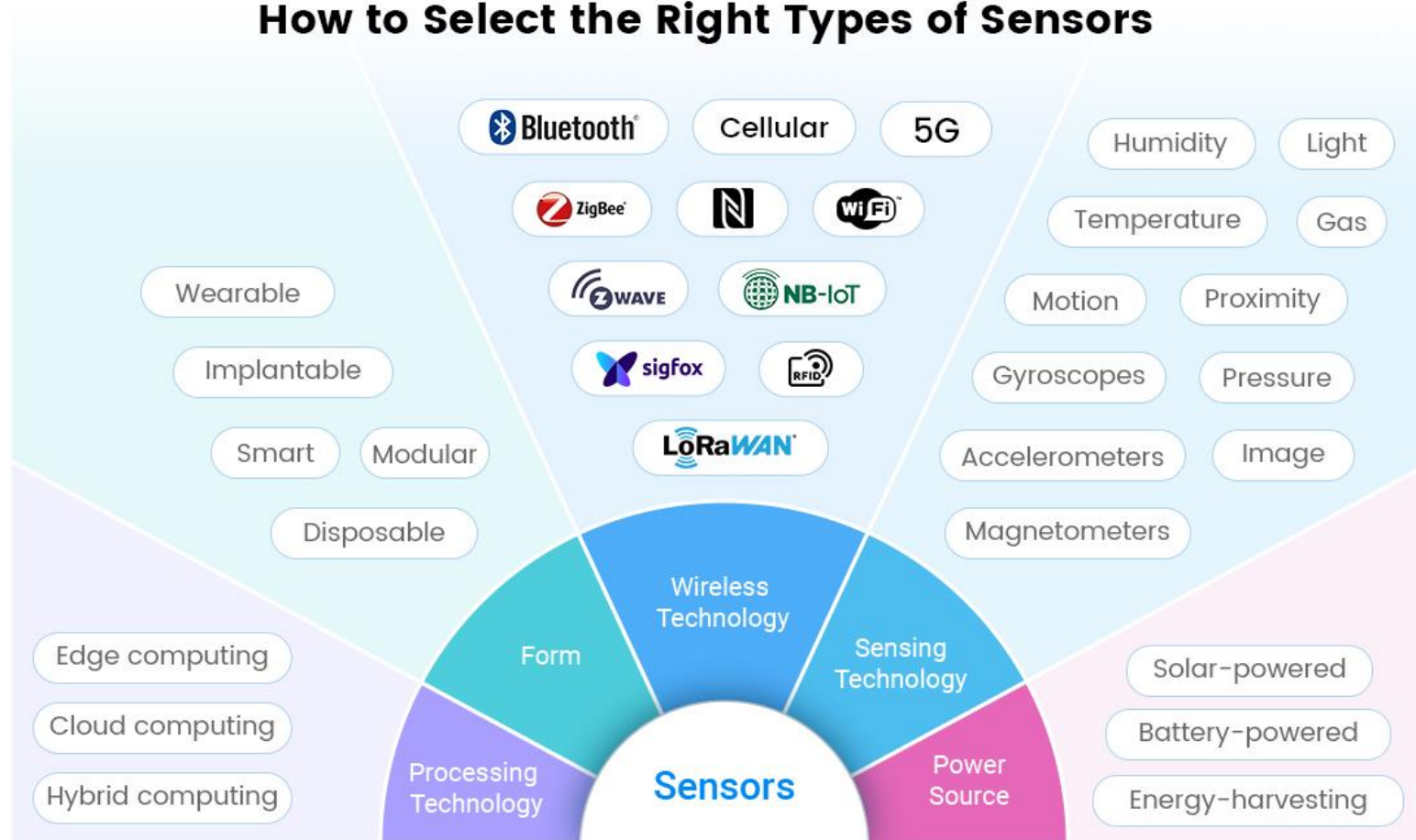


**FRMCS**  
Future Railway Mobile Communication System

**LoRaWAN**

**NEXT G**  
ALLIANCE  
An ATIS Initiative

## How to Select the Right Types of Sensors



<https://www.mokosmart.com/types-of-sensors-in-iiot/>

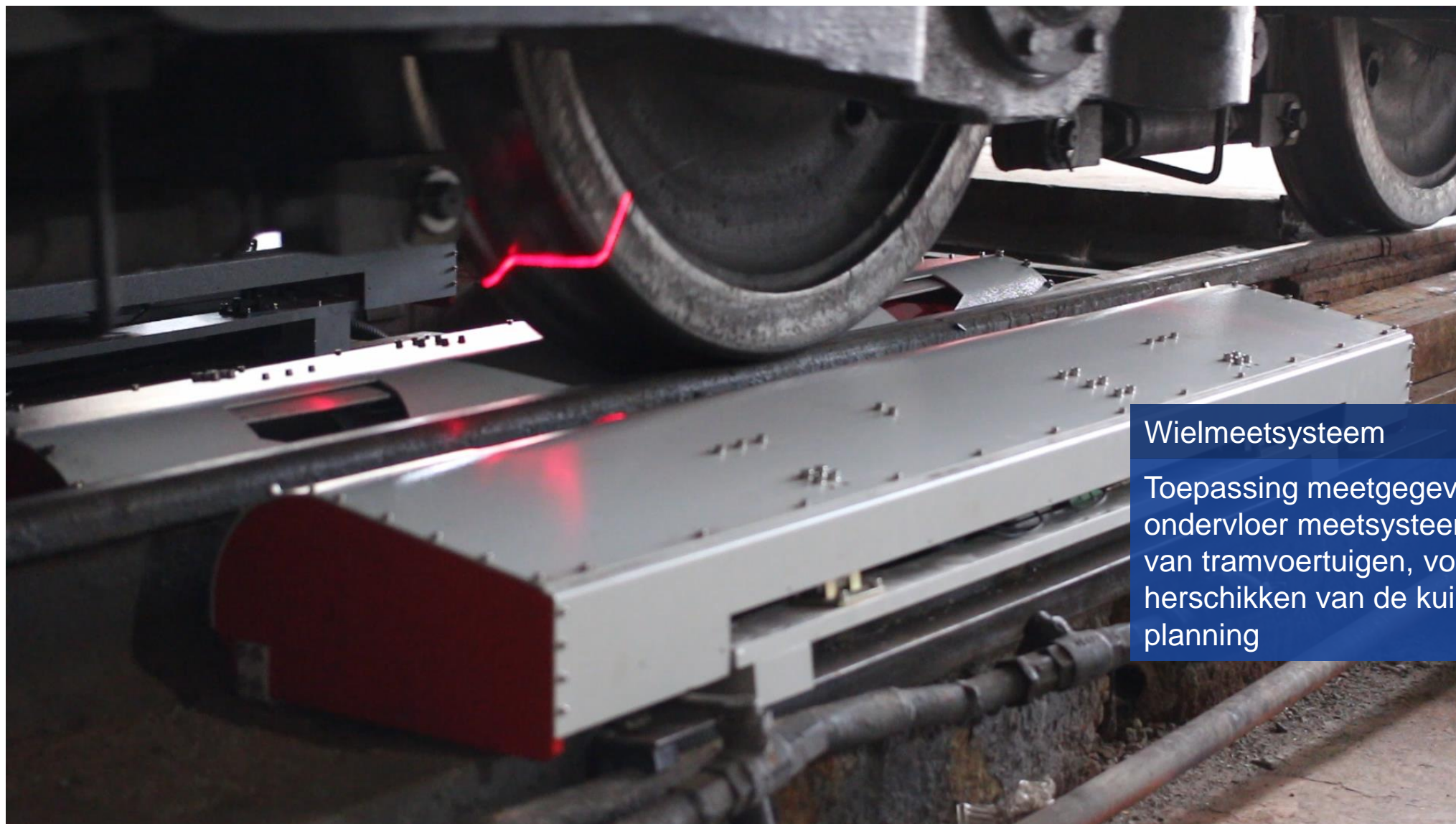




# VOORBEELDEN

---

(NB Ricardo is niet in al deze voorbeelden betrokken)



## Wielmeetsysteem

Toepassing meetgegevens van ondervloer meetstelsel voor wielen van tramvoertuigen, voor het beschikbaar maken van de kuilwielenbankplanning





## FLIRT treinstellen

Toepassing on-board sensordata van toiletsysteem voor het monitoren van waterverbruik en inplannen van vul- en leegmomenten precies wanneer nodig





## (R)(H)SG3 metrovoertuigen

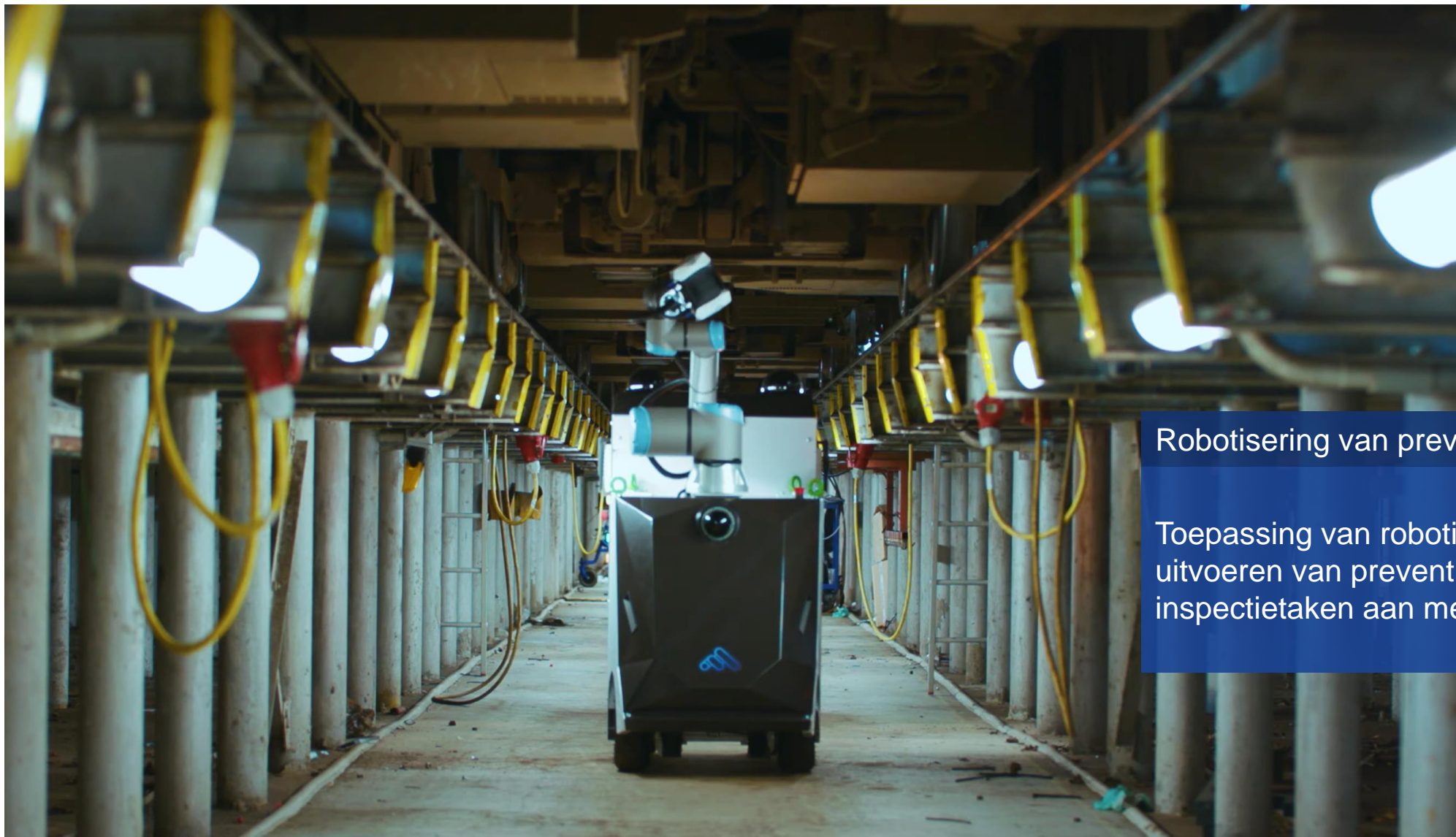
Toepassing on-board diagnosedata van (R)(H)SG3 metrovoertuigen voor het bewaken van voertuigprestaties en ondersteunen van storingsherstel



## M5 metrovoertuigen

Toepassing diagnosedata van M5 metrovoertuigen via Alstom platform (HealthHub) voor het inplannen en bijsturen onderhoudsactiviteiten





Robotisering van preventief onderhoud

Toepassing van robotica voor het uitvoeren van preventieve inspectietaken aan metrovoertuigen

