



INFRABEL

Smarter Maintenance

10/06/2026

Suppliers Day Infrabel





SuppliersDay
INFR/ABEL

Smarter Maintenance

Pieter Verlinden

Complexiteit van activabeheer



Hoofdsporen	6585 Km
Overwegen	1601 #
Wissels op hoofdsporen	3981 #
Seinen	10269 #
Civiele techniek	11705 #
Personen	6000+ #

Locaties met functie	> 1.000.000#
Uitrustingen	> 4.000.000#

Doelstellingen voor het beheer van digitale activa



Veiligheid van passagiers
Veiligheid van technici
Stiptheid
Betrouwbaarheid
Snelheid van interventies



Productiviteit
Toename, meer
capaciteit

Performantiecontract 2023



Reizigersverkeer +30%

Snellere trains (betere kwaliteit van de sporen)

Uitrol van ETCS

tegen 2032.

tegen 2030.

tegen 2025.

De bestelde
onderhoudswerken
uitvoeren

Vaststellingen
2:

Vaststellingen
ploeg 1:

[illegible]

Suite Voir Verso $\Rightarrow$

- puntstels w 946 gaten kop binnen vegen
 19/5 - onbevestigde onderstoppen - ENH
 - bevestigen spoor tussen w 334 en w 946 / 942
 + onderstoppen + ballast lossen (sta 85)
 - vervangen Strijkregel balk kruisig 30
 Rnw w 866 4.

13/11/2005 - w 566 B vervangen projectie (sta 1)
 ENH 3 1-1 en 2-1
 - bevestigen spoorbedekte tussen w 566 A en w 566 B
 - bevestigen w 566 A achter de linker tegenstelling
 - w 566 B tegenstel F40 1-1 vervangen (sta 1)
 - w 566 B tegenstel F40 2-1 vervangen
 - w 566 B ontkomen tegenstel
 - w 566 B tegenstel vervangen ENH 4 2-1
 - afbreken bij de aan verandering lang

11-15 - w 566 B glazen kop aan kruisbed
 11-11 - w 79 onderstoppen stabiel tegen w 566

10-1-16 - sp 28 A ontlage spoor slede baan midden
 58 kn 700 → 58 800 (na net baan naast spoor)
 - laagland gestreken thv Poort Depot
 w 1000 afbreken tone + vervangen

10-1-16 w 566 naar bevestiging + spoor tot w 566 A
 - w 566 laagland onderstoppen aan puntstels

10-1-16 w 656 B afbreken slede
 w 656 A Vervangen baan 33 m puntstels
 19-11-05 2de slede onderstoppen
 3de slede vervangen onderstoppen
 w 681 ontkomen puntstels
 w 760 / 761 B oplossen naar puntstels
 w 767 A Vervangen HS onder HT 2x4 m 20 m
 12x3,30 HT
 w 763 naar bevestiging
 w 766 B - w 770 A (K605) puntstels onderstoppen

18-1-16 - spoor 30 slede lossen w 20 → w 23
 - w 22 / 200 A 150 vervangen + opschuiven Tony
 63T

20-1-16 w 016 A - Naam 1-2 bevestiging
 Lijn 27C op A naar 12-200 - 12 950 bevestiging
 - 127C sp B aan 11NRC → 12 800 (naam)
 onderstoppen
 - w 80 - puntstels glazen naar puntstels

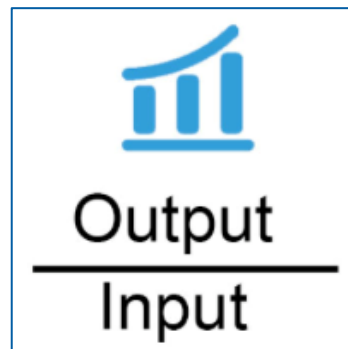
(2)

Doelstellingen van slim onderhoud? 2014



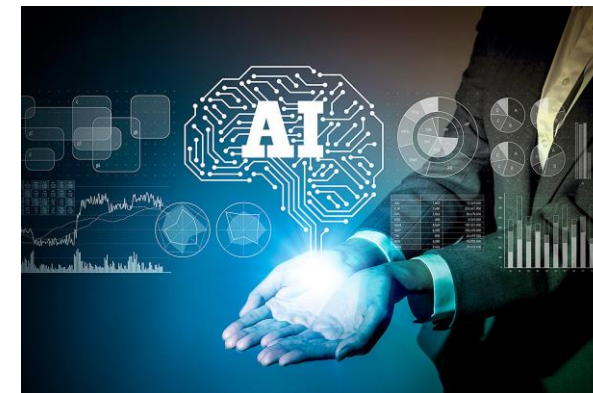
Verhoogde veiligheid

- Minder manuele inspecties op het terrein
- Digitale veiligheidsprocedures
- Melden van veiligheidsincidenten

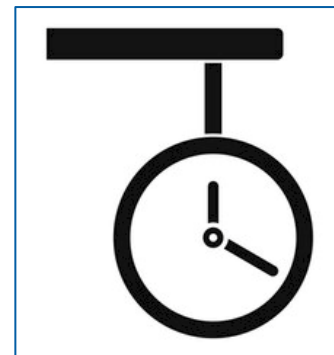


Productiviteit verbeteren:

- Digitale tools om manueel werk te verminderen
- Vlotte en geïntegreerde processen – zonder overdrachten, zonder fouten
- Papierloos



Smarter M



Treinen op tijd

- Onderhoud binnen de deadlines: hogere betrouwbaarheid
- Kortere interventietijd
- Onderhoudsstilstanden beperken

Points of Interest : IoT

Now we have smart assets

Switch sensor

Shelter sensor

Measure train

Level crossing sensor

Light signal sensor

Lineaire activa

The diagram illustrates a smart railway system with various IoT sensors. A train is shown on the tracks, labeled 'Measure train'. A level crossing is visible with a car and a truck, labeled 'Level crossing sensor'. A switch sensor is located near the tracks. A light signal sensor is also shown. The text 'Points of Interest : IoT' is at the top left, 'Now we have smart assets' is at the top right, and 'Lineaire activa' is in the center right. The background is a solid blue color.

smart assets

Lineaire activa

Shelter sensor

Measure train

Level crossing sensor

Light signal sensor

INFRABEL



Commerciële treinen

Computer
beveiligings
post

Computerlog
boeken

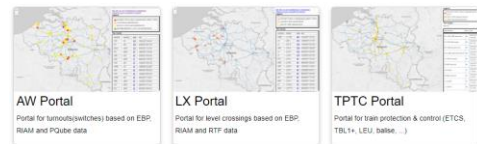


IoT

Meetge-
vens



Welcome to the SAM portal
On this site you find some useful portals for the anomaly follow-up of Singular Asset Management



Ingenieur



SAM-platform

Opslaan

Correleren

GIS

Analyse

Voorspellend



Gebaseerd op
toestand & gebruik



MASTER DATA

Reactief



Technicus



Interventie

Storing

Incident



Planner



SAP
Maintenance

Tijdsgebaseerd



Wat is voorspellend onderhoud?



**The only impossible journey
is the one you don't begin**



Wat we onderweg
zijn tegengekomen

Beginnen aan het datatraject

**The only impossible journey
is the one you don't begin**



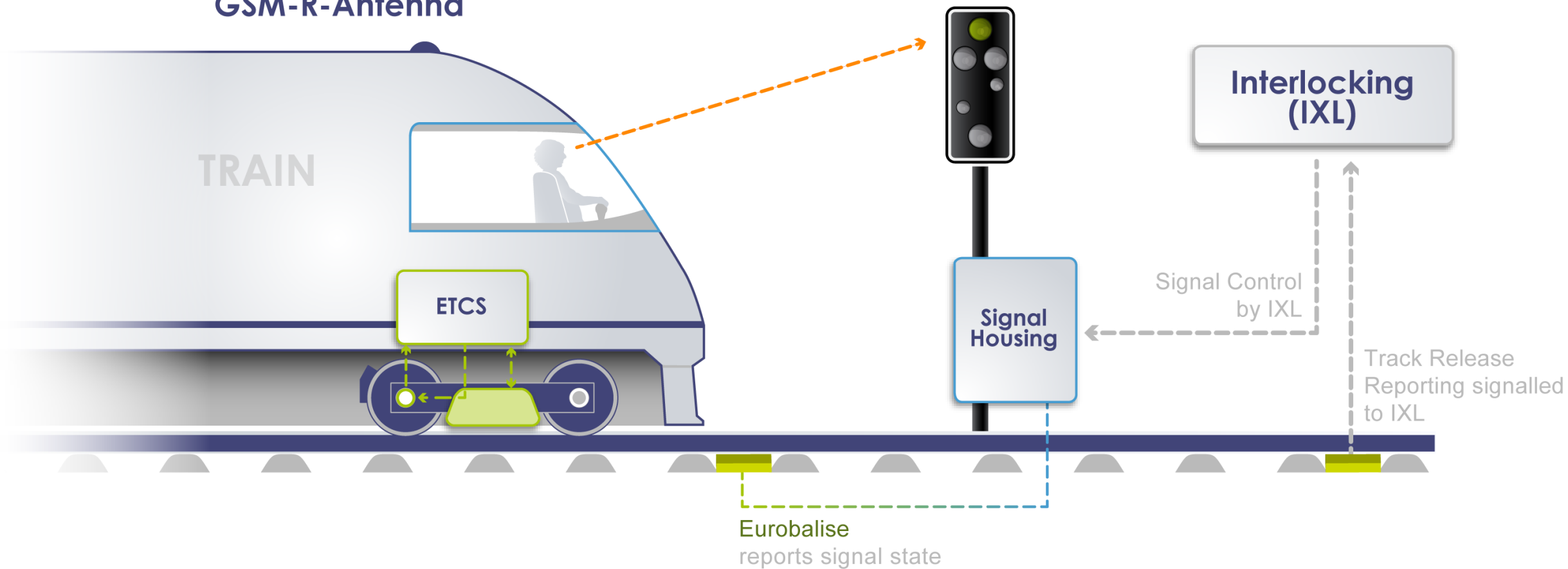
ETCS- bewaking



SPOORWEGOPERATIES VERBETEREN
DANKZIJ DOELTREFFENDE
BEWAKINGSTECHNIEKEN.

ETCS Niveau 1

GSM-R-Antenna



ETCS Niveau 2

GSM-R-Antenna

TRAIN

ETCS

Track Data

Position Reports

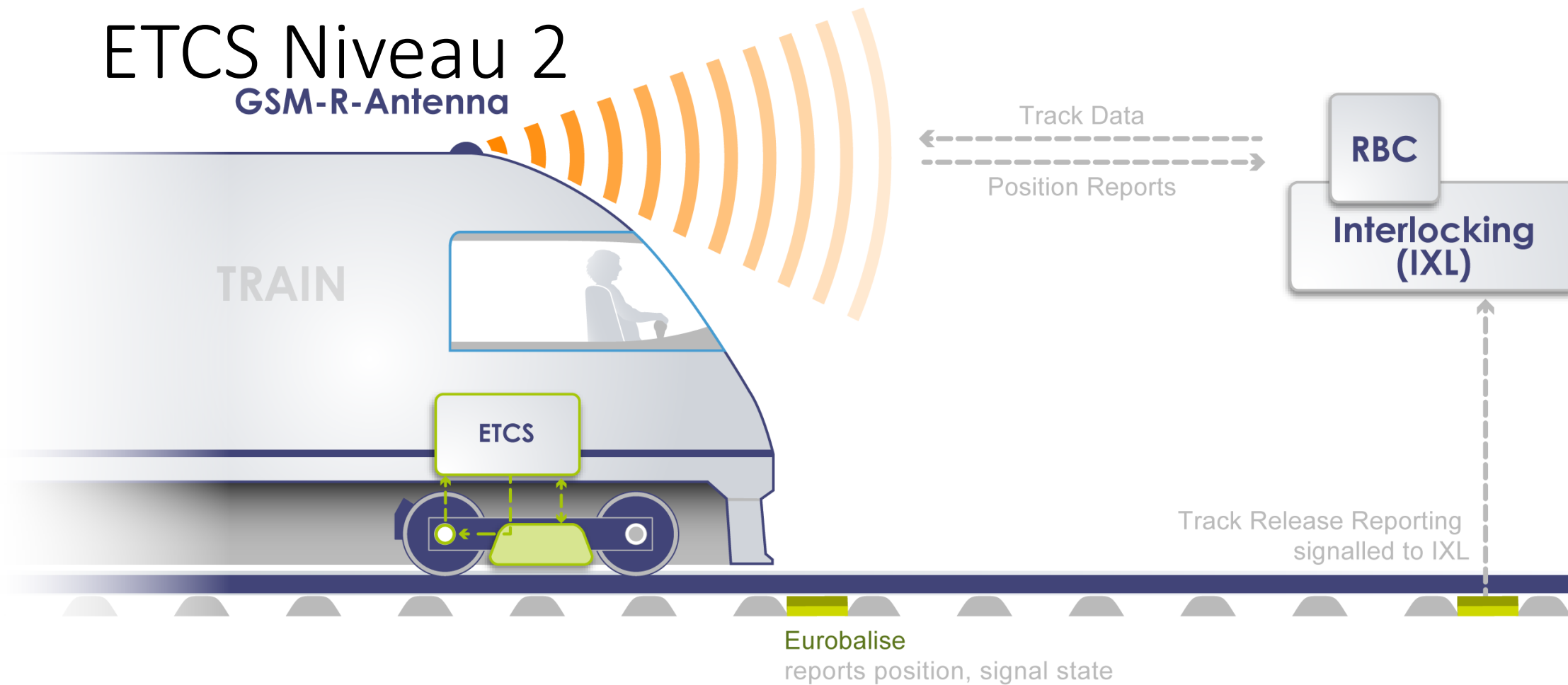
RBC

Interlocking
(IXL)

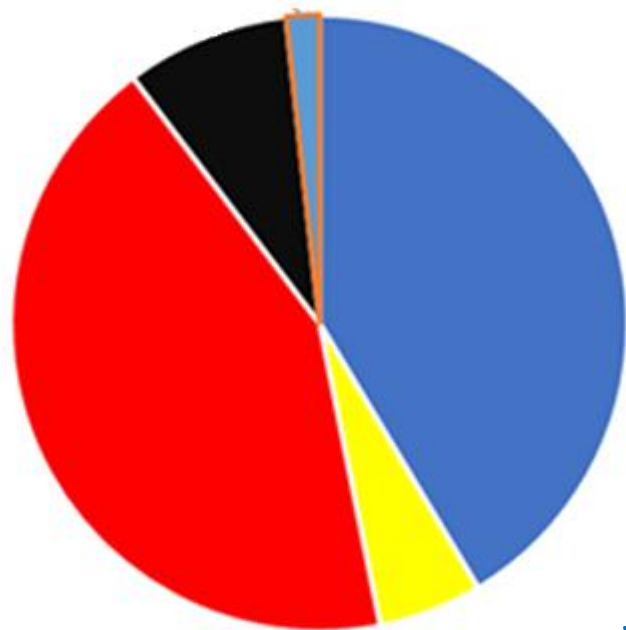
Track Release Reporting
signalled to IXL

Eurobalise

reports position, signal state

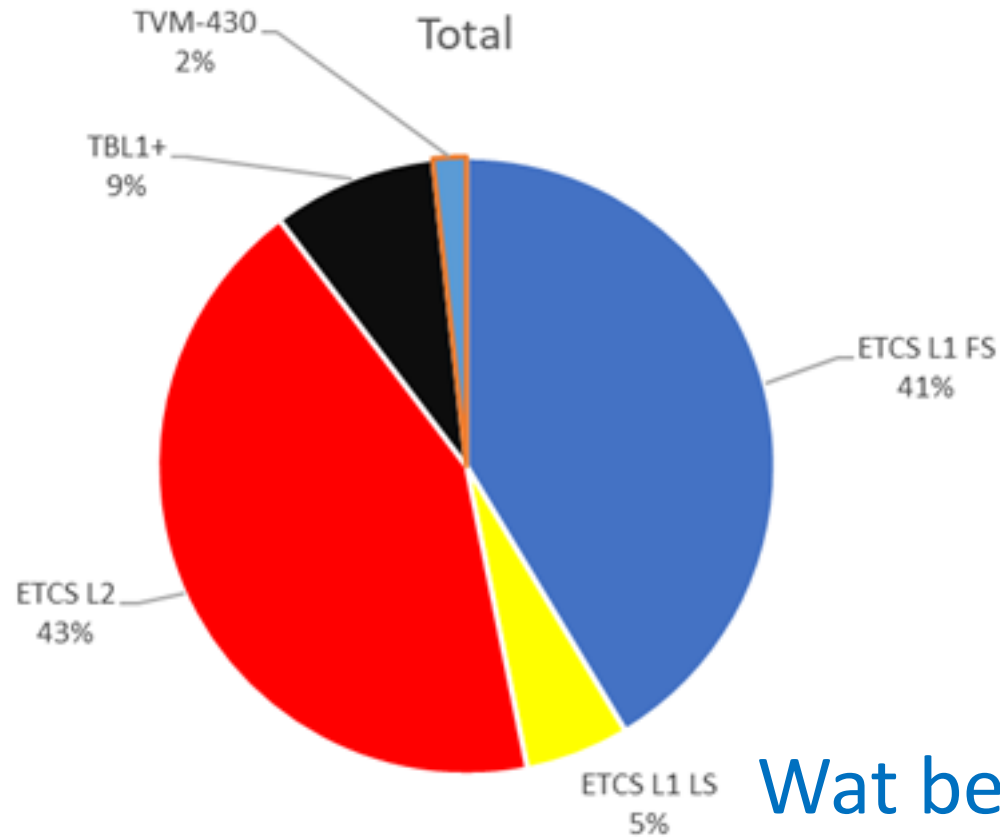


Percentage van de treinkilometers per automatisch treinbeveiligingssysteem



Wat betekent 100% ETCS-
kilometers voor de treinkilometers?

Percentage van de treinkilometers per systeem voor automatische treinbeveiliging



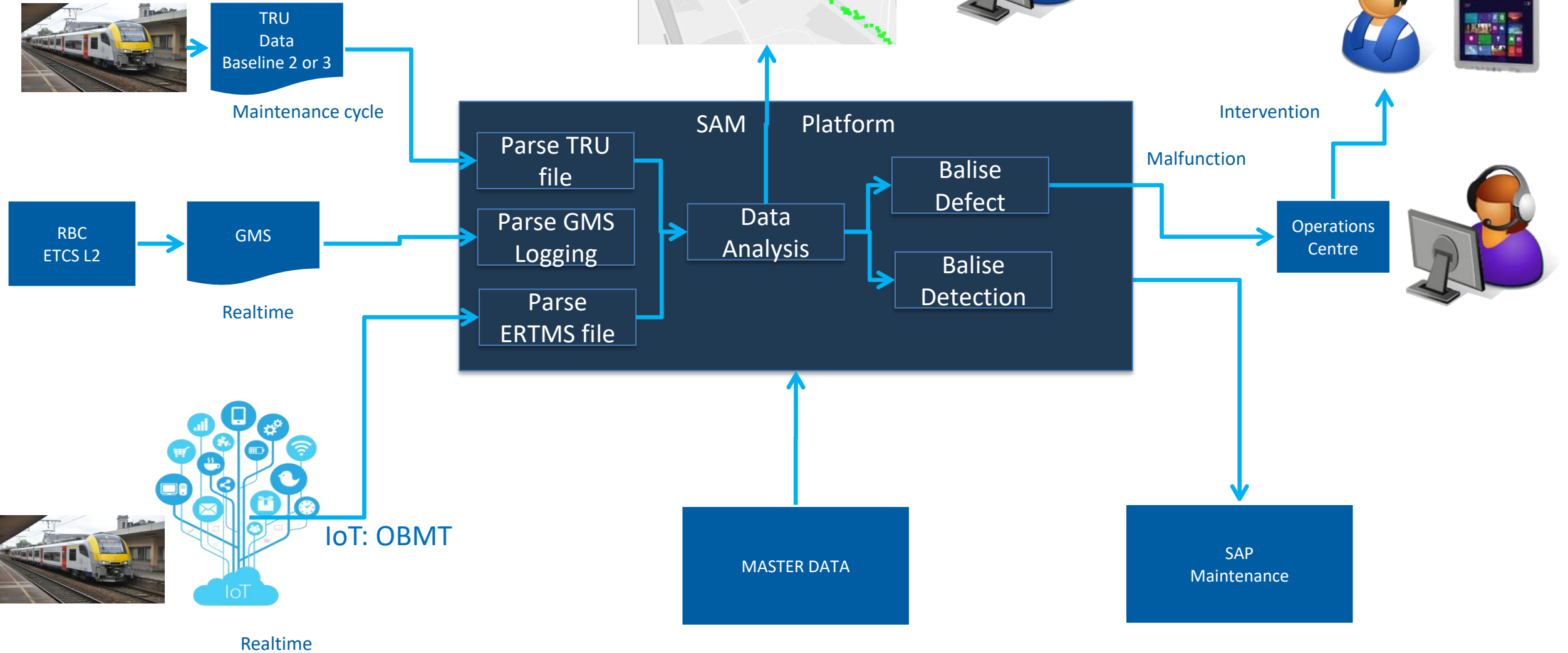
TVM-430 : Frans nationaal systeem
TBL1+ : Belgisch nationaal systeem
(noodmodus voor ETCS tot eind 2027)
LS : Beperkte supervisie
FS : Volledige supervisie

Spoorwegoperatoren uit te rusten tegen eind 2027

Wat betekent 100% ETCS-kilometers voor de treinkilometers?

Aantal eurobalises in België ?

ETCS Monitoring





TRU / JRU Tijdens de onderhoudscyclus / juridische periodieke registratie op commerciële treinen.

	Infrabel work train		Alstom Break MS80
	Siemens Desiro ML MS08		Alstom MS96
	Alstom Autorail 41 AR41		Siemens EuroSprinter HLE18/19





TRU / JRU

Tijdens de onderhoudscyclus / periodieke juridische registratie op commerciële treinen.

	Bombardier / Alstom M7 bilevel		BN / ACEC MS75



OBT

IoT op commerciële treinen. Realtimecontrole van de ETCS-uitrusting ETCS



MVB bus GPS-antenne GSM-antenne

- 5 commerciële voertuigen
- Geleidelijke uitfasering
- ⇒ 1 resterend
- ⇒ 25k bakens => 9k bakens



Beschadigd baken



Verbindings probleem



DEPRECATED



Realtimegegevens naar het diagnosesysteem en verwerking door het exploitatiecentrum

M7 Realtime controle van de ETCS-apparatuur

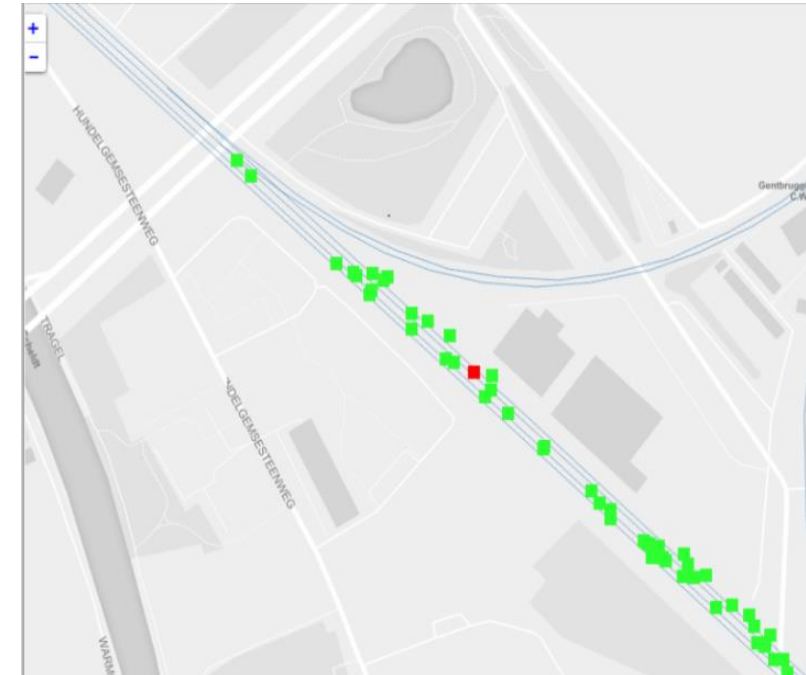
Verbindings
probleem



Beschadigde
balise



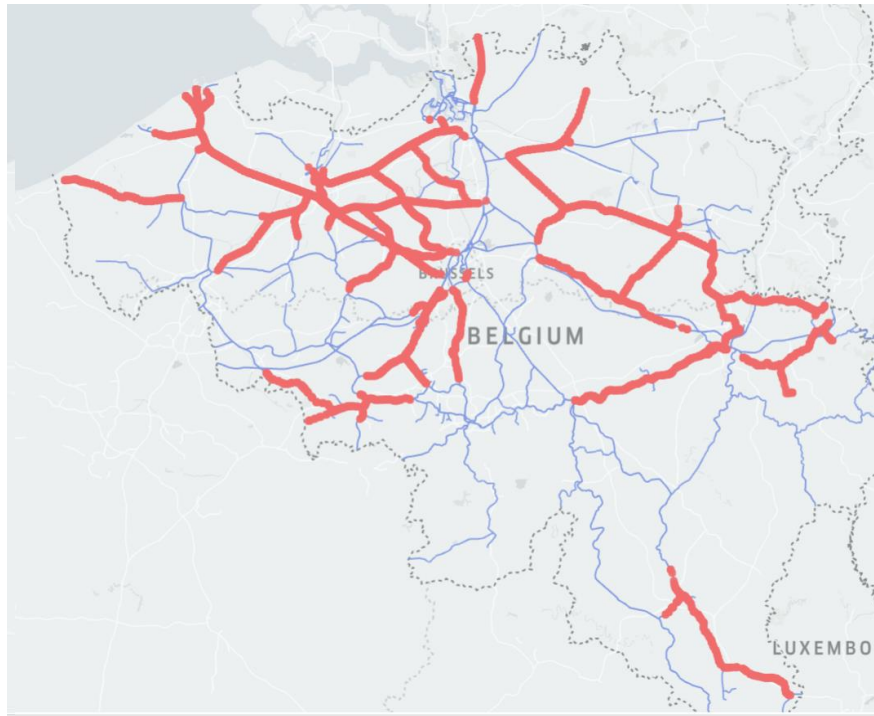
- 2250 bedrijfsvoertuigen
- 26k bakens in realtime bewaakt



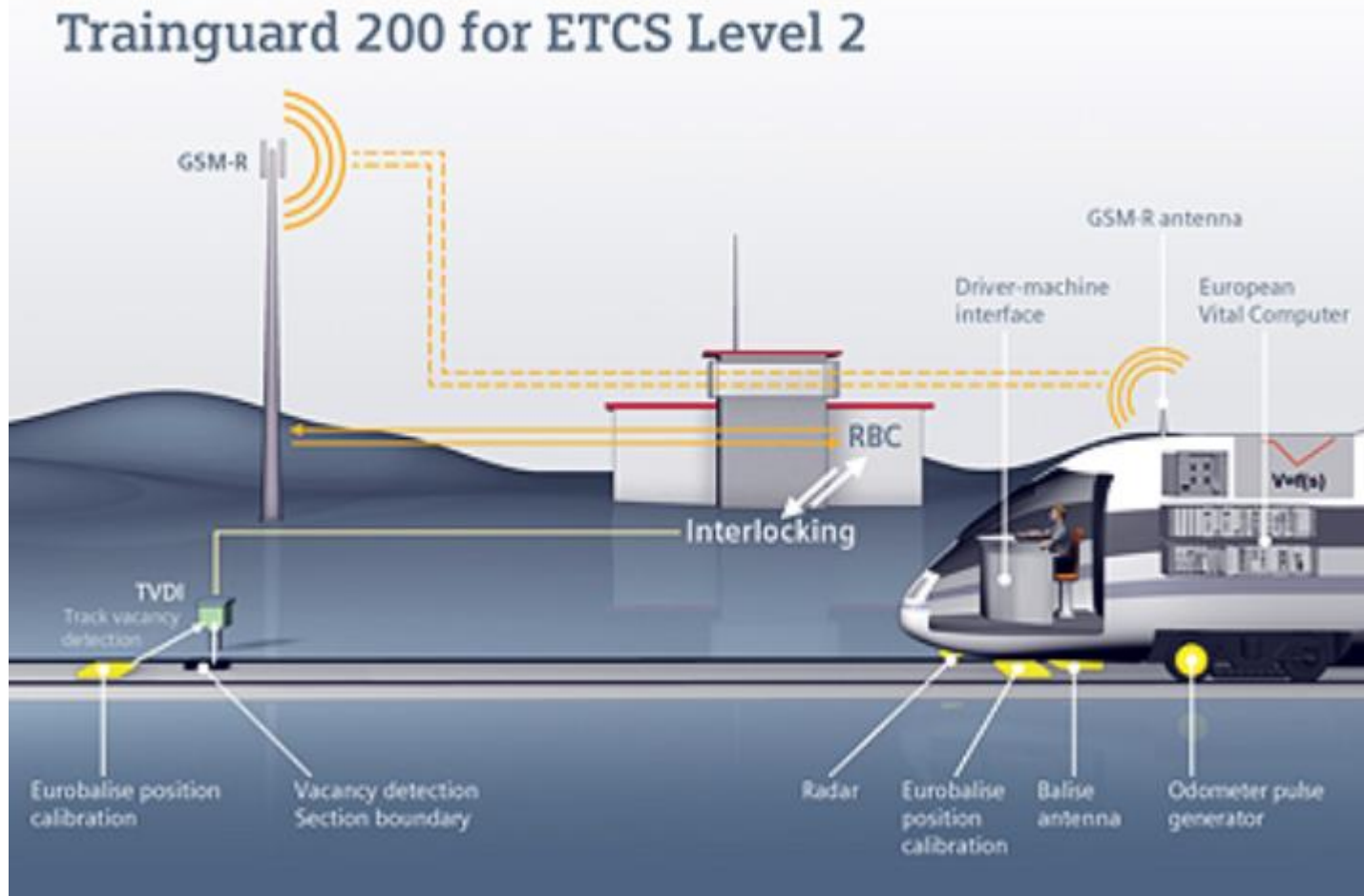
Realtimegegevens naar het diagnose- en verwerkingssysteem van het exploitatiecentrum

SIMIS/W RBC

Analyse van RBC-gegevens.
Realtimecontrole van ETCS-apparatuur in
real time



- ETCS L2 Siemens
- 22k bakens geïnspecteerd

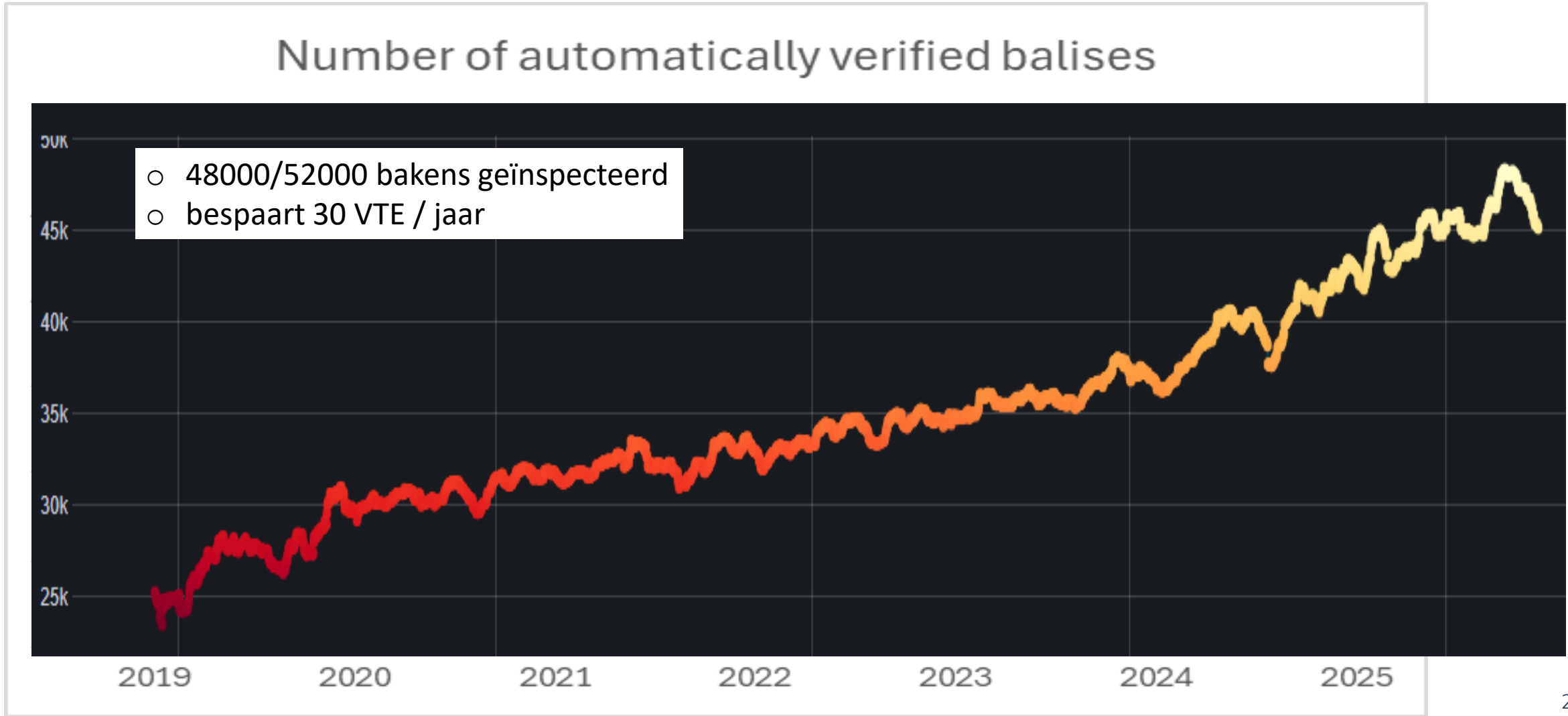


Realtimegegevens naar het diagnose- en verwerkingssysteem door het Operationeel Centrum



Geautomatiseerde Bewaking van de bakens

Offlinegegevens NMBS + M7 +
RBC + meettreinen



BUTTERFLY EFFECT

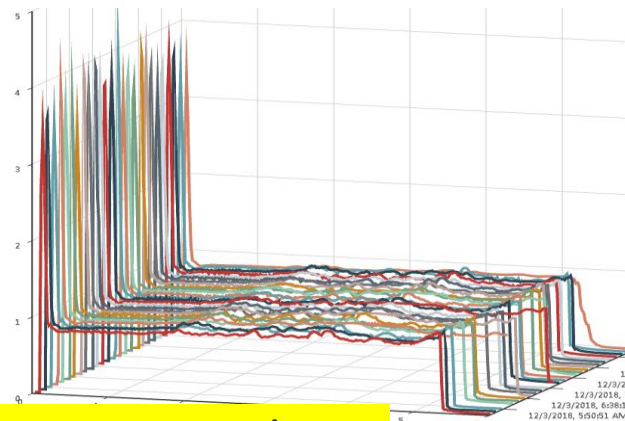
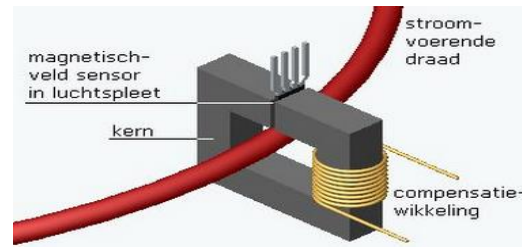


Wissel



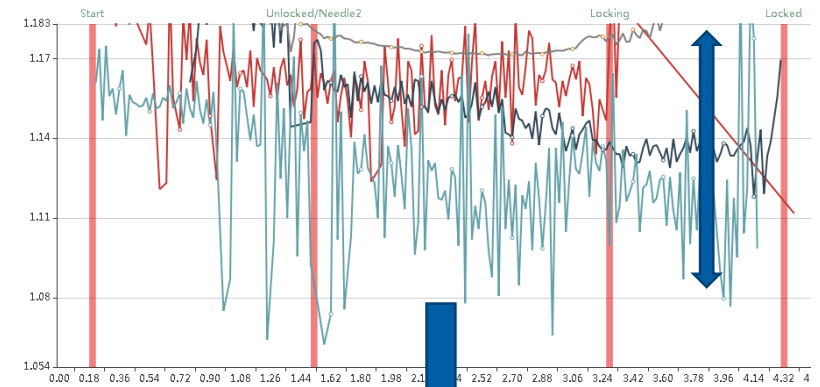
- 803 uitgeruste wissels
- Predictief onderhoud
- 75 % nauwkeurigheid
- Koppeling met de verkeersregeling van spoorwegtrajecten
- 50 % mechanische defecten voorspeld

IoT op wissels. Realtimebewaking van de toestand van de wissel



Realtimegegevens naar het diagnose- en verwerkingssysteem van het exploitatiecentrum

Wormwiel Slechte



Spoorcircuit



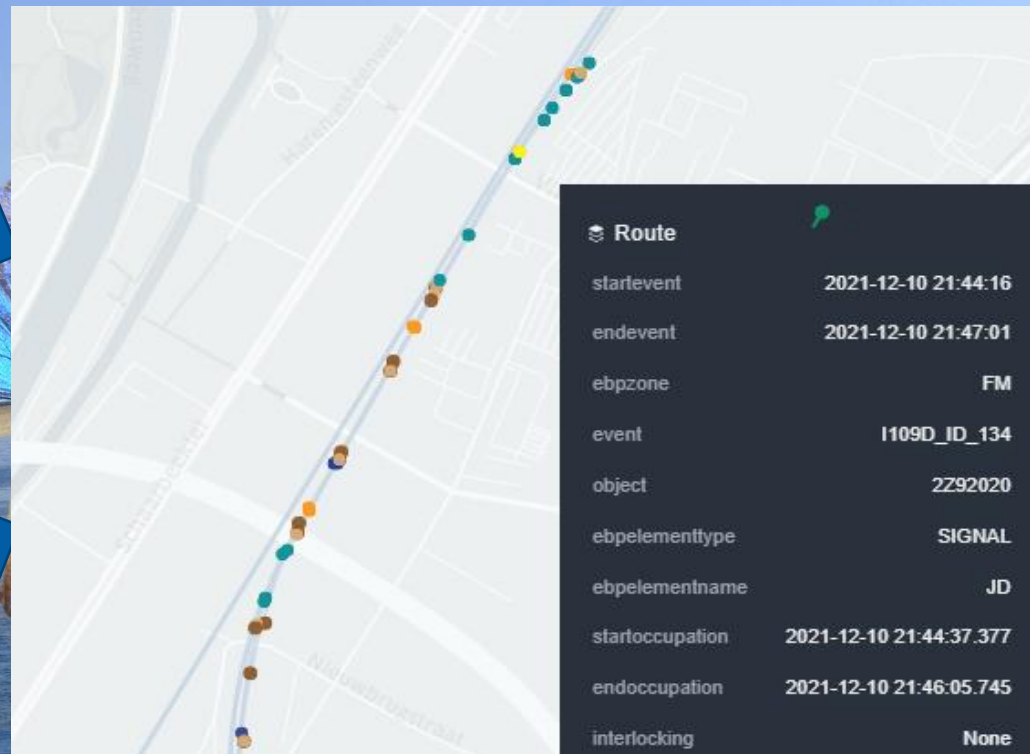
Hoge frequente bewaking van de Rx



- 1.698 Alstom jade3
- 1.006TCM100
- Koppeling met de verkeersregeling van treinroutes van treinen

Filteren van de bezetting van treinen

Vlindereffect

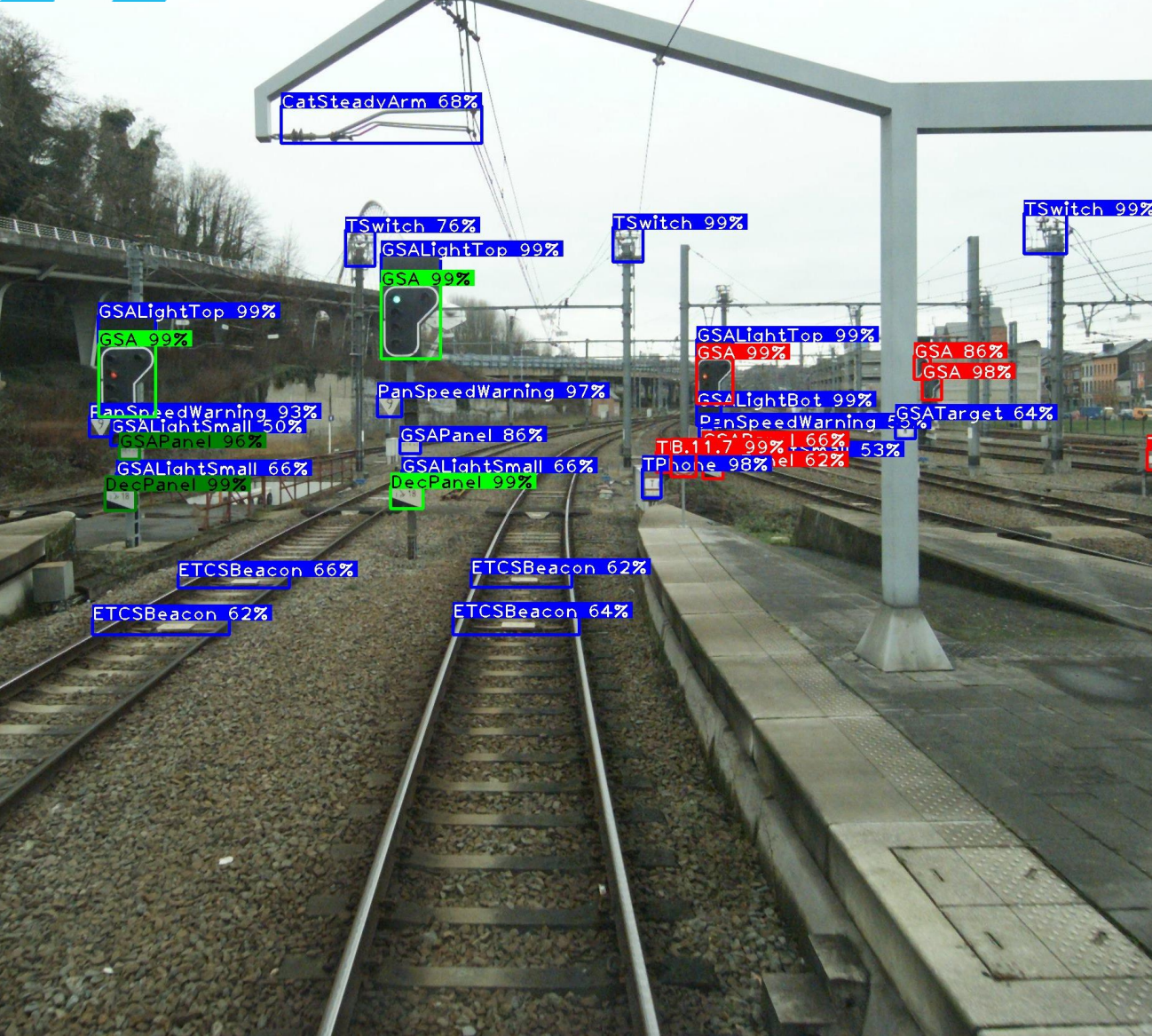


Overschakelen
naar een
datagedreven
onderhoudsmodel



Datagedreven onderhoud
-15 % onderhoud

Positie in de netwerktopologie
Straal
Bewegingen
Tonnage
Afwijkend tonnage
Omgeving (zilte, zanderige lucht)
Stabiliteit



INFRABEL

Visie op Data Science & JARVIS-platform

Data-evenement SNCB



I-O&P.023 Data Science
On Tracks for Knowledge

Dr. Ir. LEROY Julien

Ir. BOUGARD Arnaud

11/06/2026



AI & Machine Learning

Van magie naar engineering



Voor:

Algoritmen en black-boxproducten

Indrukwekkende demo's die in productie falen

Onvoorspelbaar gedrag, complexe integratie

Nu:

Agile dataopleiding

Meetbare prestatie-indicatoren

Reproduceerbaar, efficiënt, integreerbaar

Levenscyclus van machine learning in data science

OPBOUW VAN DE DATASET

- Voorverwerking en curatie
- Actieve labeling
- Data-as-Code versioning

TRAINING VAN HET MODEL

- Architectuurselectie
- Trainingsfase
- Model-as-Code versioning

UITROL VAN HET MODEL



- + Interne hosting en operationele monitoring

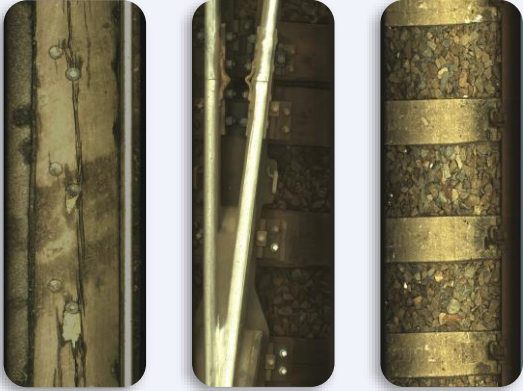


EVALUATIE VAN DE PRESTATIES

- Verkennende analyse
- Gestandaardiseerd metriekrapport
- Modelvalidatie

Datawetenschap : taken van visuele waarneming

CLASSIFICATIE



AW
ADUT
PNOW
KWOA
Beschadigd
Andere
...

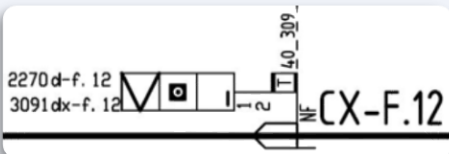
SEGMENTATIE



OPTISCHE TEKENHERKENNING



“ D038 03833 “



signaalnaam : CX-F.12
positie : 40.309
lijn_1 : 2270d-f.12
lijn_2 : 3091dx-f.12

OBJECTDETECTIE



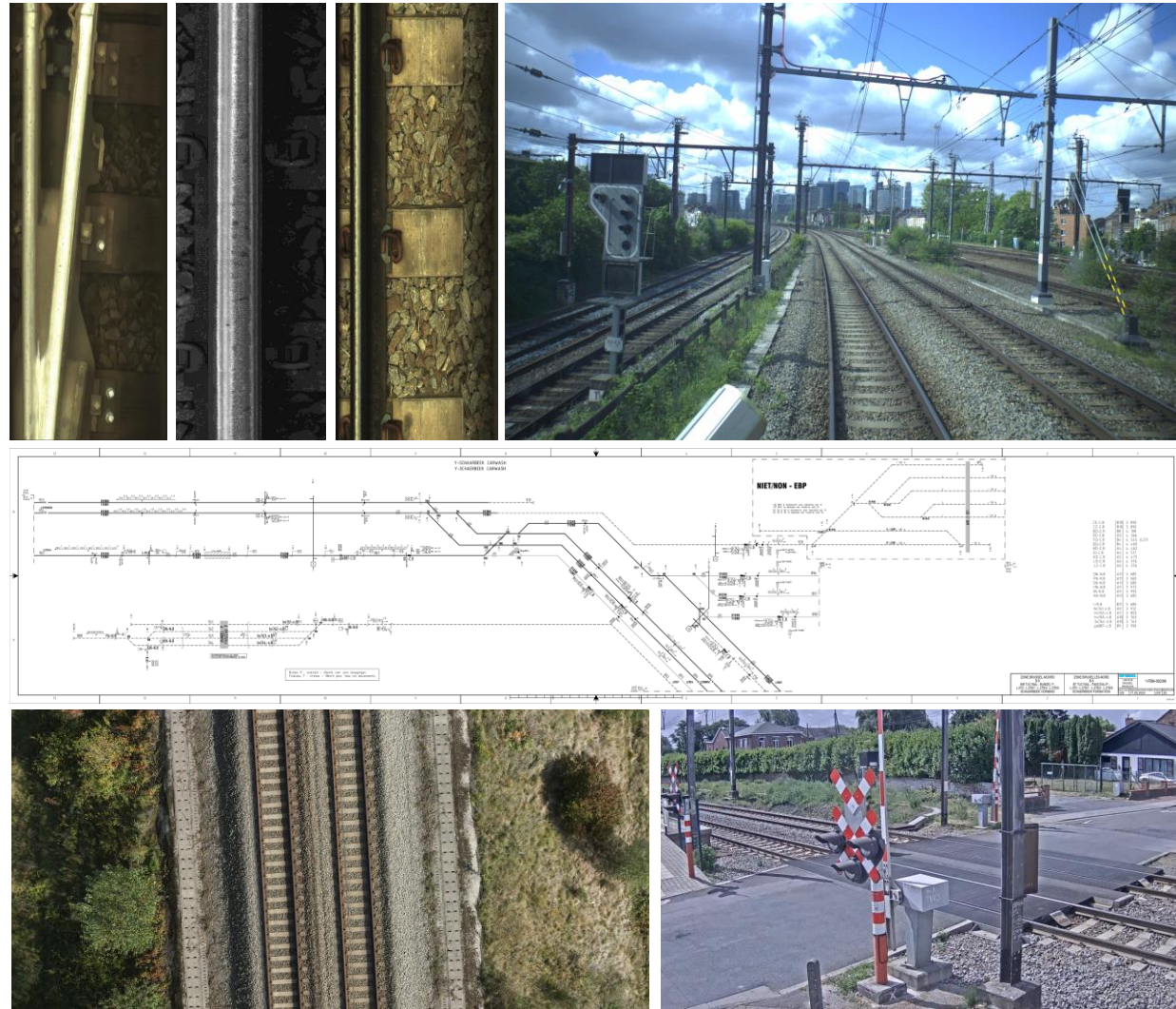
1. Creatie van de dataset



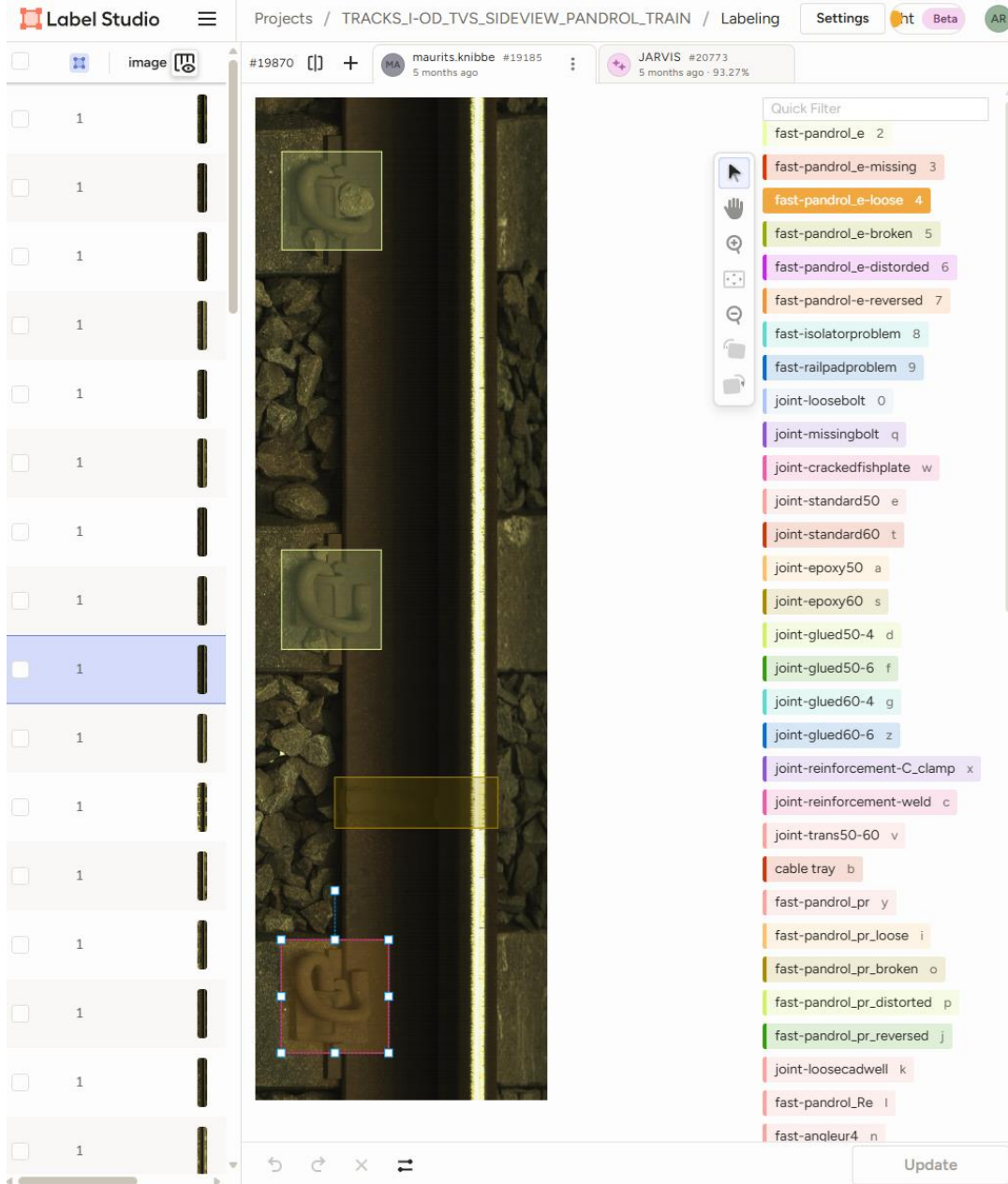
Databronnen

Zeer grote verscheidenheid aan visuele gegevens

- 1 Tracks Video System (TVS)
- 2 Frontcamera van meettreinen
- 3 Seinplannen E1002
- 4 Orthofoto's met drones
- 5 CCTV-videobewaking van overwegen
- ⋮
- N Smartphonefoto's (waarom niet?)



Een gecentraliseerd, transversaal en bronafhankelijk platform voor de analyse van rasterbeeldgegevens



Labelproces



Schaalbaar en gestandaardiseerd open-sourceplatform voor gegevenslabeling

- **Gecentraliseerd beheer:** Meerdere on-premise labelservers uitrollen en beheren
- **Realtime samenwerking:** Meerdere expert-annotatoren gelijktijdig laten werken
- **Actief leren:** Geautomatiseerde annotatietools gebruiken voor snellere labeling



Maakt interne, snelle en businessgerichte samenwerking mogelijk

Registratie van datasets



Van labeling tot het register van datasets

- 1 Consistentiecontroles 
- 2 Reproduceerbare en geoptimaliseerde verdelingen (training-validatie-homologatie)
- 3 Versionering Data-as-Code die verifieerbaar is



▼		Datasets Registry	🔒	Owner
		SIG_I-OD_HYPERION_BENCHMARK	🔒	
		TRACKS_I-OD_TVS_TOPRAIL_HSL_TEST	🔒	
		TRACKS_I-OD_TVS_TOPRAIL_HSL_TRAIN	🔒	
		TRACKS_I-OD_TVS_TOPRAIL_TEST	🔒	
		TRACKS_I-OD_TVS_TOPRAIL_TRAIN	🔒	
		TRACKS_I-C_AW_SIDEVIEW_TEST	🔒	

[register](#)

2. Training van het model



Training van experimenten



- 1 Selectie van strategie en afstemming van hyperparameters



- 2 Reproduceerbare trainingsruns (on-site)

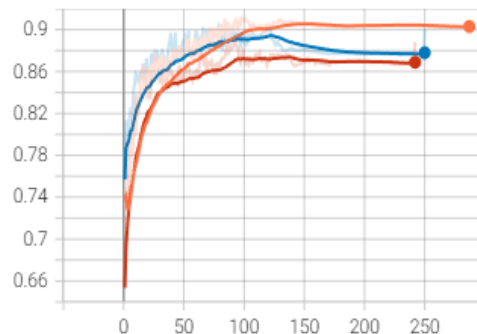
PyTorch



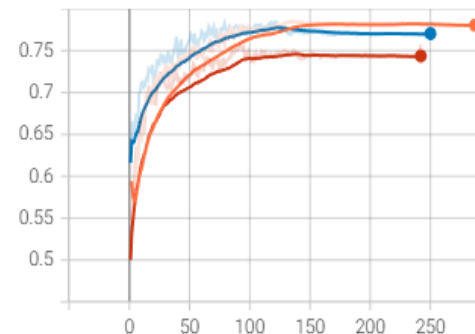
4x A100 80GB
VRAM

- 3 Opvolging van metrics en tracking-artefacten tracking

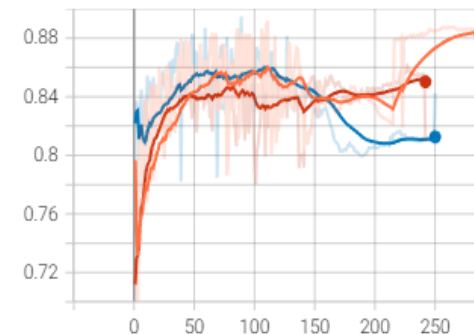
metrics/mAP50(B)
tag: metrics/mAP50(B)



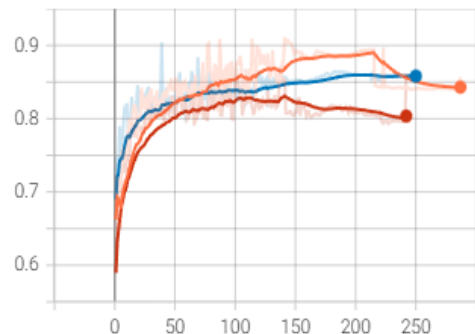
metrics/mAP50-95(B)
tag: metrics/mAP50-95(B)



metrics/precision(B)
tag: metrics/precision(B)



metrics/recall(B)
tag: metrics/recall(B)



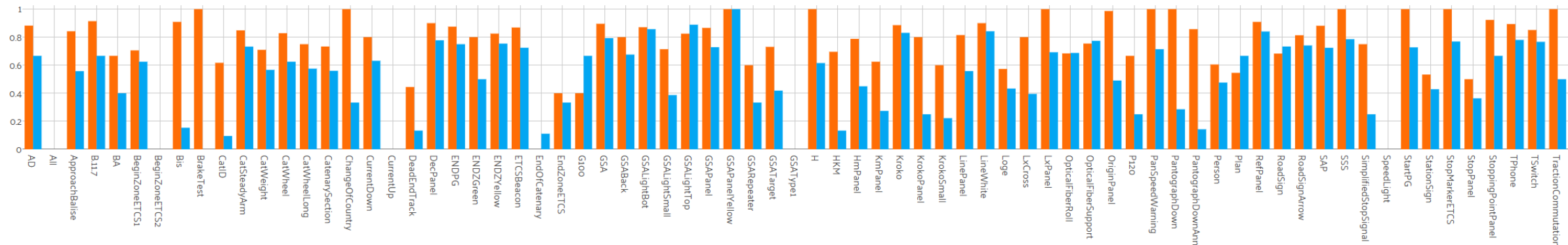
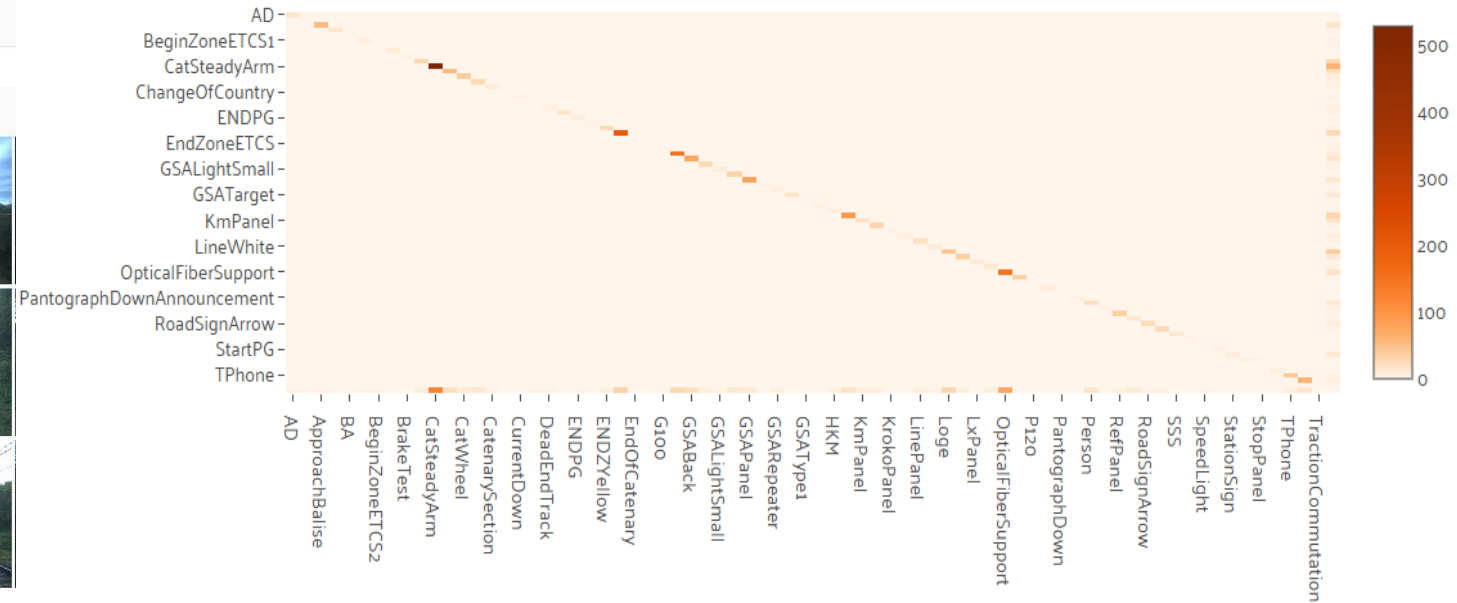
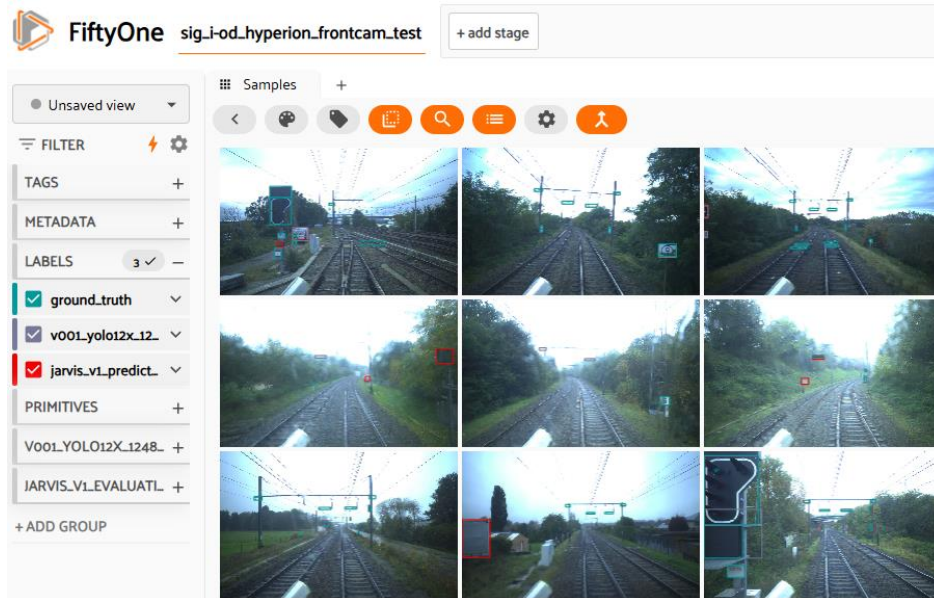
3. Prestatie Evaluatie



Evaluatie van kandidaten



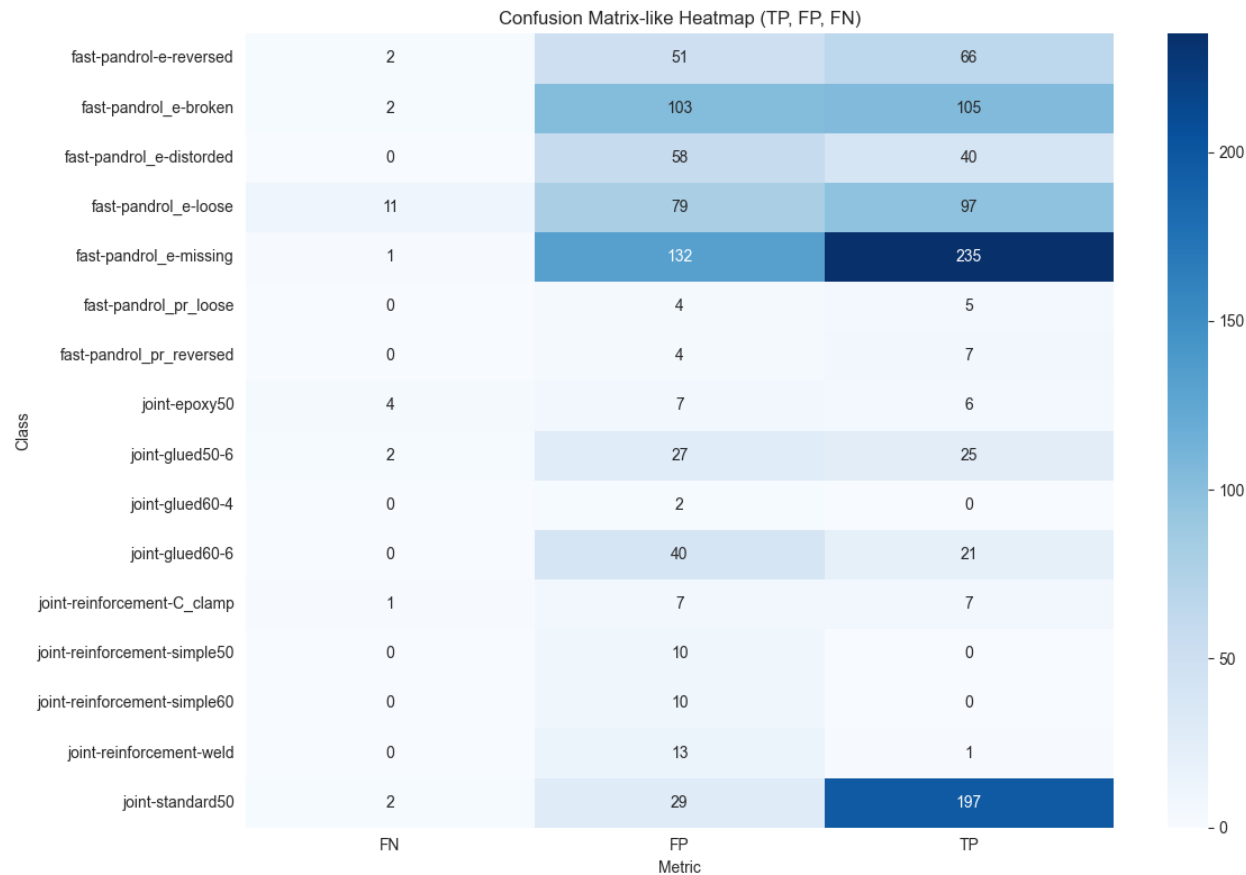
Metrieken per klasse en vergelijkingen van modellen



Promotie van het model



Gedetailleerd rapport & versionering van het model zowel als code



Models Registry



T

TRACKS_I-OD_TV_S_TOPRAIL_MODELS



T

TRACKS_I-OD_TV_S_TOPRAIL_HSL_MODELS



T

TRACKS_I-OD_TV_S_SIDEVIEW_MODELS



T

TRACKS_I-OD_TV_S_BALLASTVIEW_MODELS



T

TRACKS_I-OD_EM_FRONTCAM_RAILLINK_MODELS



T

TRACKS_I-C_AW_SIDEVIEW_MODELS



S

SIG_I-OD_HYPERION_FRONTCAM_MODELS

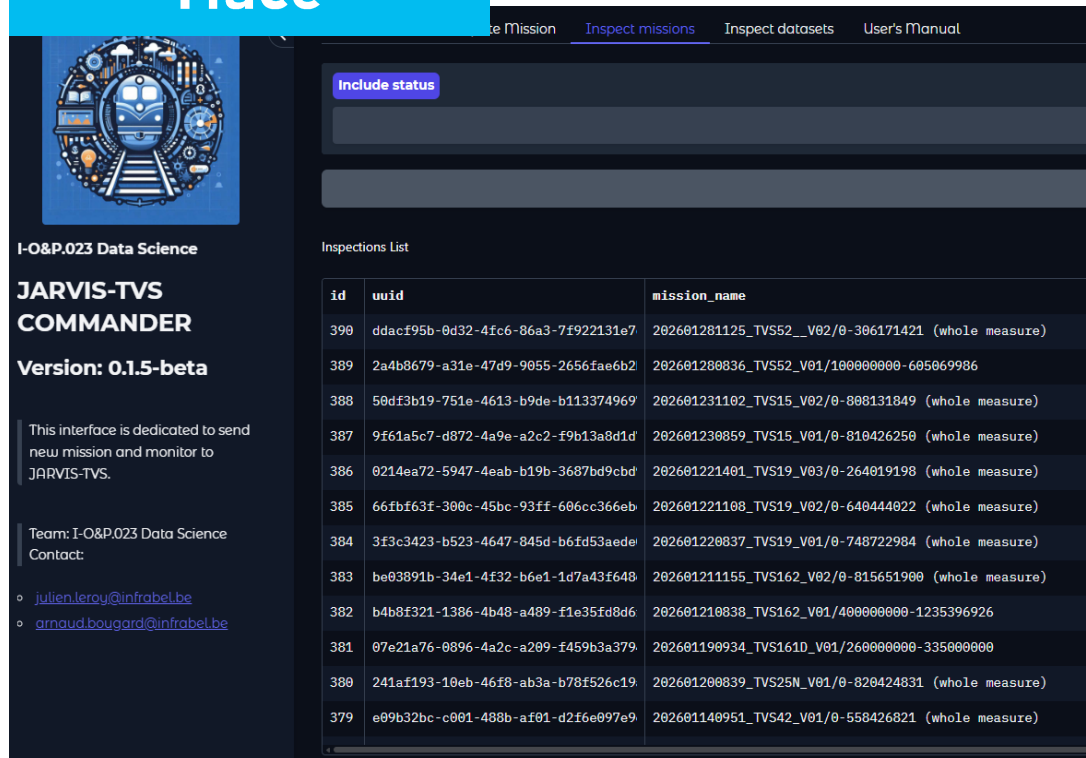


S

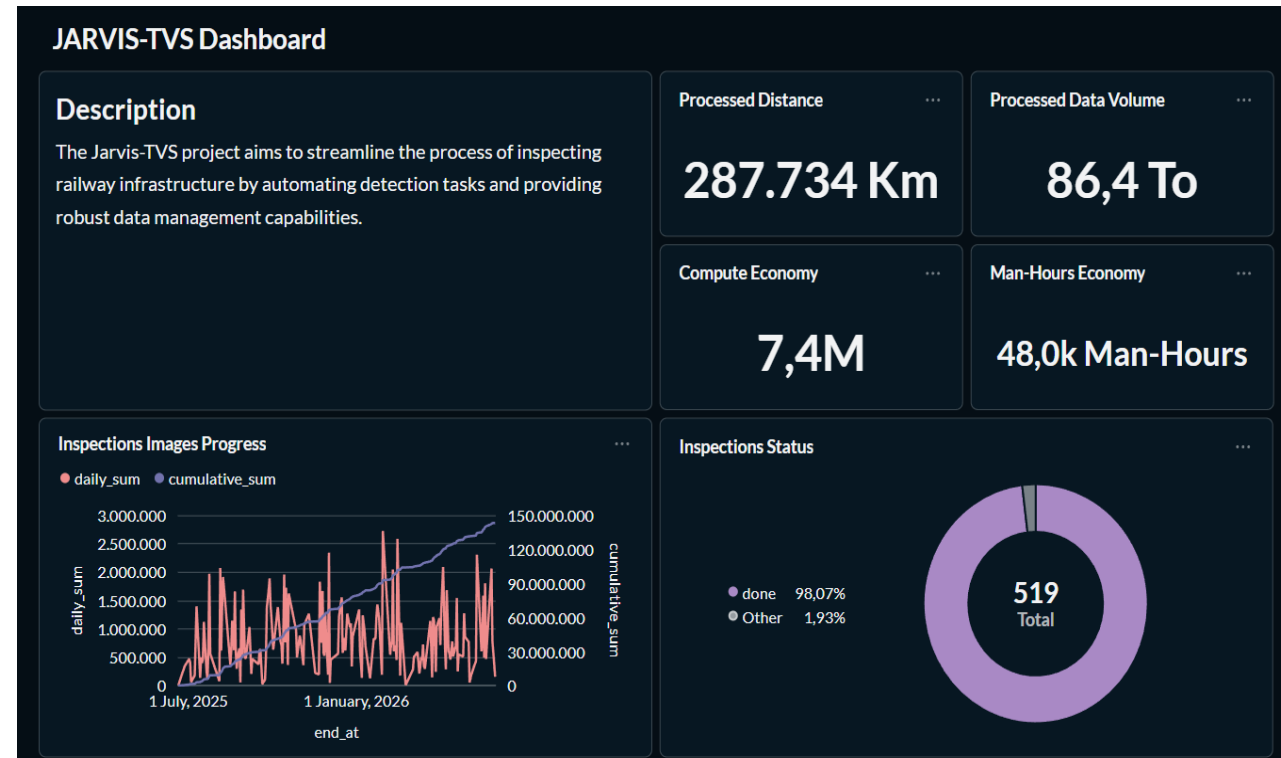
SIG_I-OD_EM_FRONTCAM_MODELS

4. Uitrol van het model

Bedieningsinterface



Supervisie





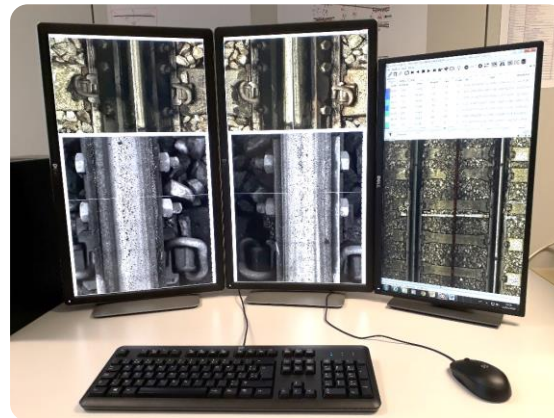
Lopende projecten



J.A.R.V.I.S TVS – AI-ondersteunde analyse van sporen

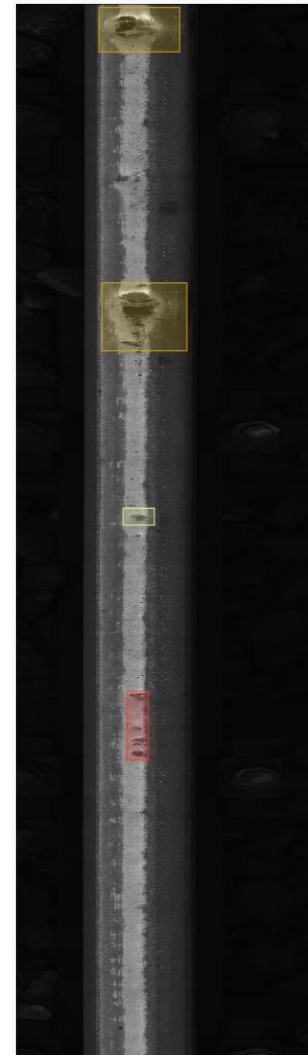
Mensen ondersteunen bij een nauwkeurige detectie en classificatie van defecten

- Het huidige proces steunt op een analyse van beelden **handmatig**
- Het datavolume overschrijdt de menselijke verwerkingscapaciteit

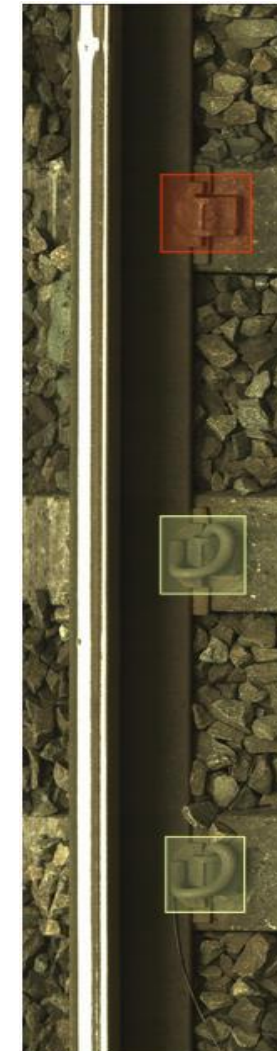


Oplossing : AI-gestuurde **tools ontwikkelen** om mensen te ondersteunen bij

- De detectie van defecten en activa-elementen
- De classificatie van defecten en anomalieën
- De inventarisatie van de staat van de sporen



Bovenaanzicht van de rail



Zijaanzicht

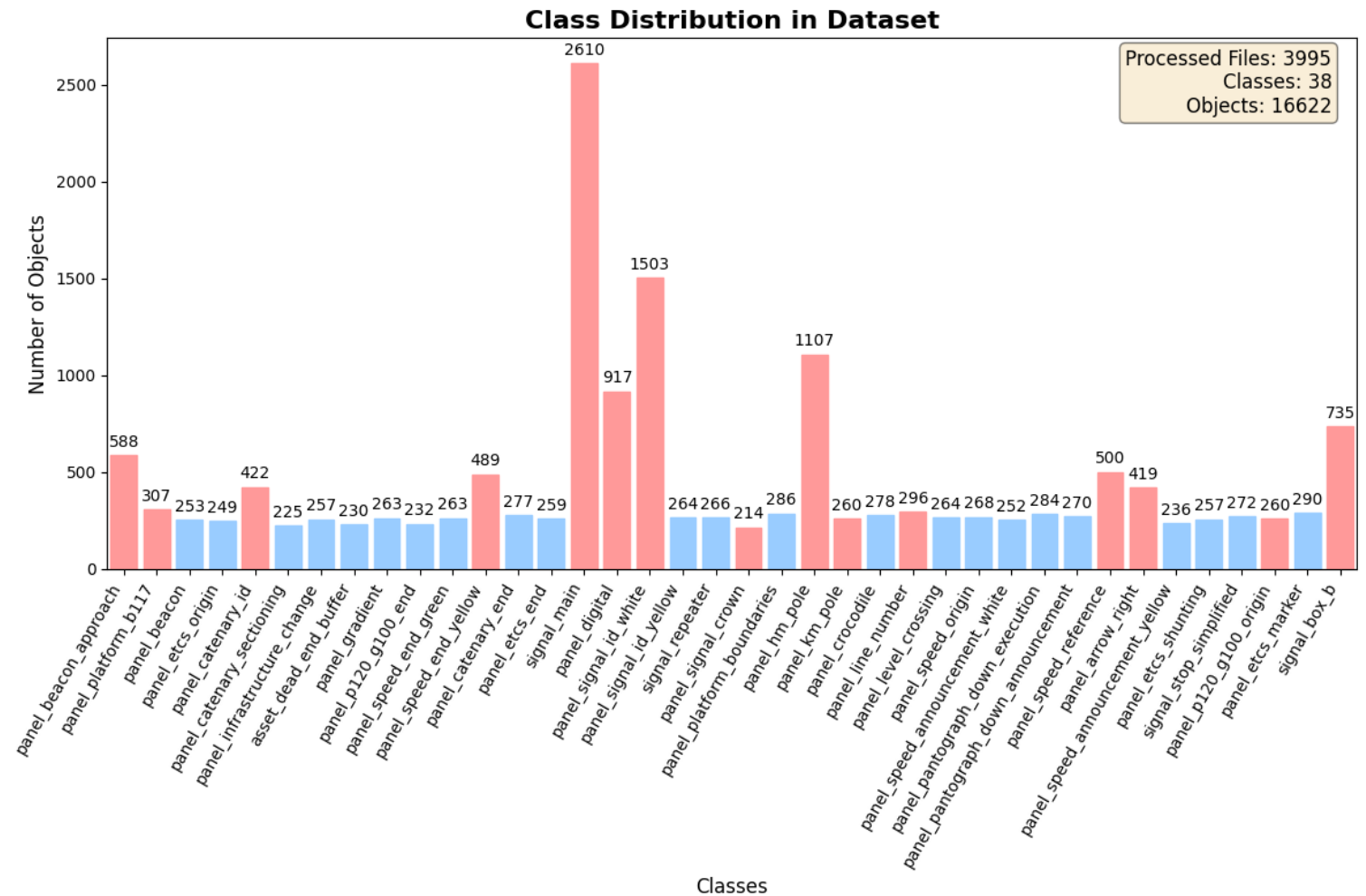


Aanzicht van het ballastbe

J.A.R.V.I.S Hyperion – Referentiedataset



Data Science helpt het **Hyperion Team (I-B.123)** bij het opbouwen van een *doel, statistisch representatieve Ground Truth Set* om de prestaties van de modellen te vergelijken met behulp van zijn *Evaluation Pipeline*.



J.A.R.V.I.S Snow Vision – Inzicht in sneeuw en weer

Automatisering van sneeuwdetectie dankzij
AI-gestuurde analyse van camerabeelden

Uitdagingen:

- Detectie en controle van de aanwezigheid van sneeuw op de sporen
- Inschatting van de dikte van de sneeuwlaag

Oplossingen:

- Het IoT-systeem en de camerabeelden benutten om een door AI aangedreven analyse toe te passen
- De aanwezigheid van sneeuw herkennen en poedersneeuwwolken detecteren



J.A.R.V.I.S SSP – Supervisor van seinplannen

Automatisering van de controle van seinplannen en informatie-extractie

Uitdagingen:

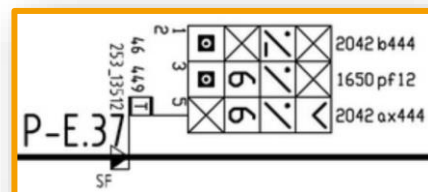
- Detectie en controle van de aanwezigheid van plandelen
- Lezen van relevante informatie met optische tekenherkenning (OCR)

Voorstel: Sequentiële multimodeloplossing (CNN + LVLM)



SSP-invoer

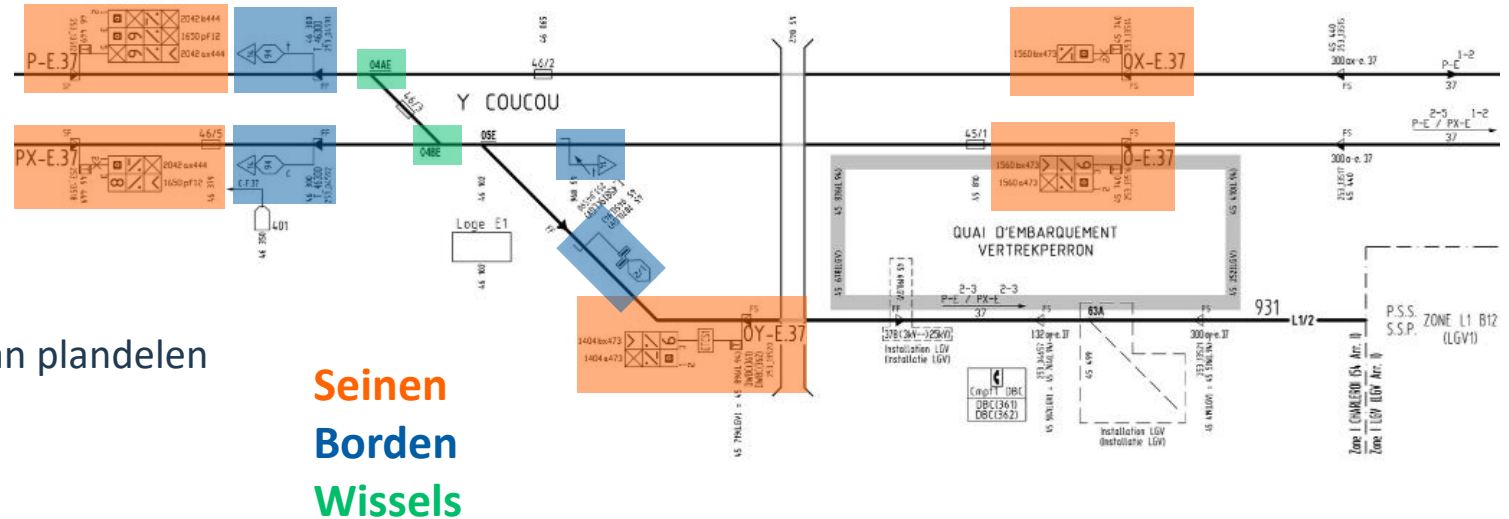
Deep-learningmodel
OBB



LVLM

```
json
1 {
2   "signal_name": "P-E.37",
3   "kilometer": "46",
4   "hectometer": "449",
5   "signal_code": "253_13512",
6   "row_1_2_code": "2042 b444",
7   "row_3_code": "1650 pf12",
8   "row_5_code": "2042 ax444",
9   "t_box": "yes"
10 }
```

Uitvoergegevens



Seinen
Borden
Wissels

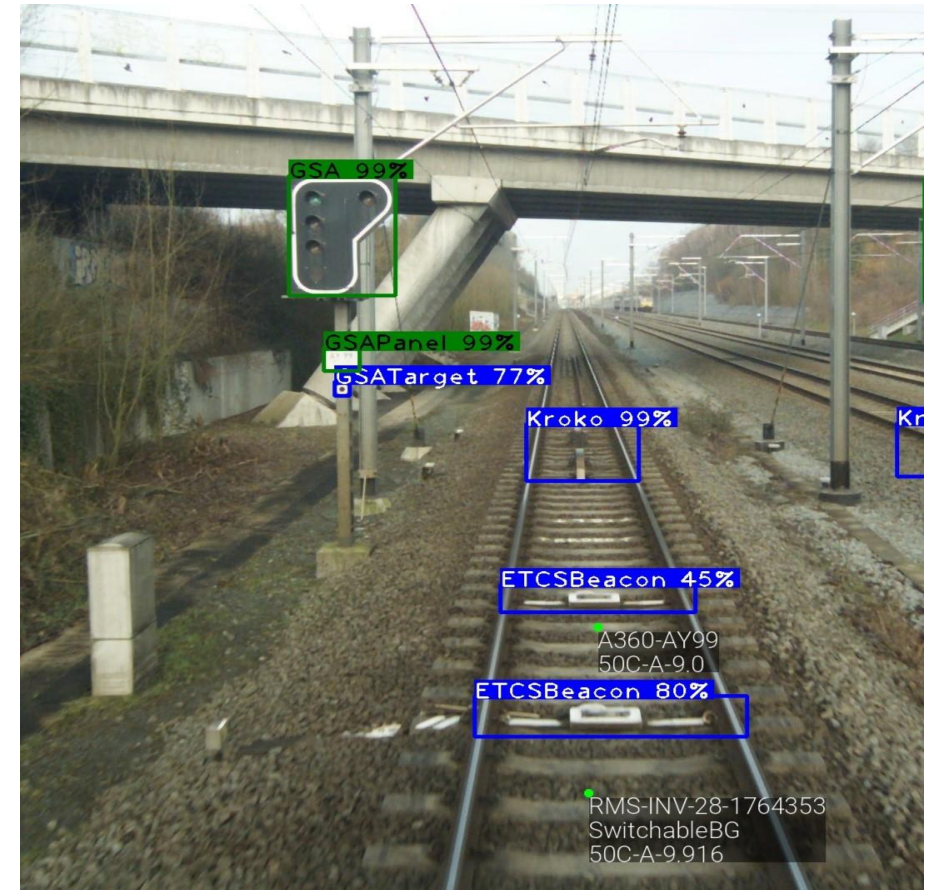
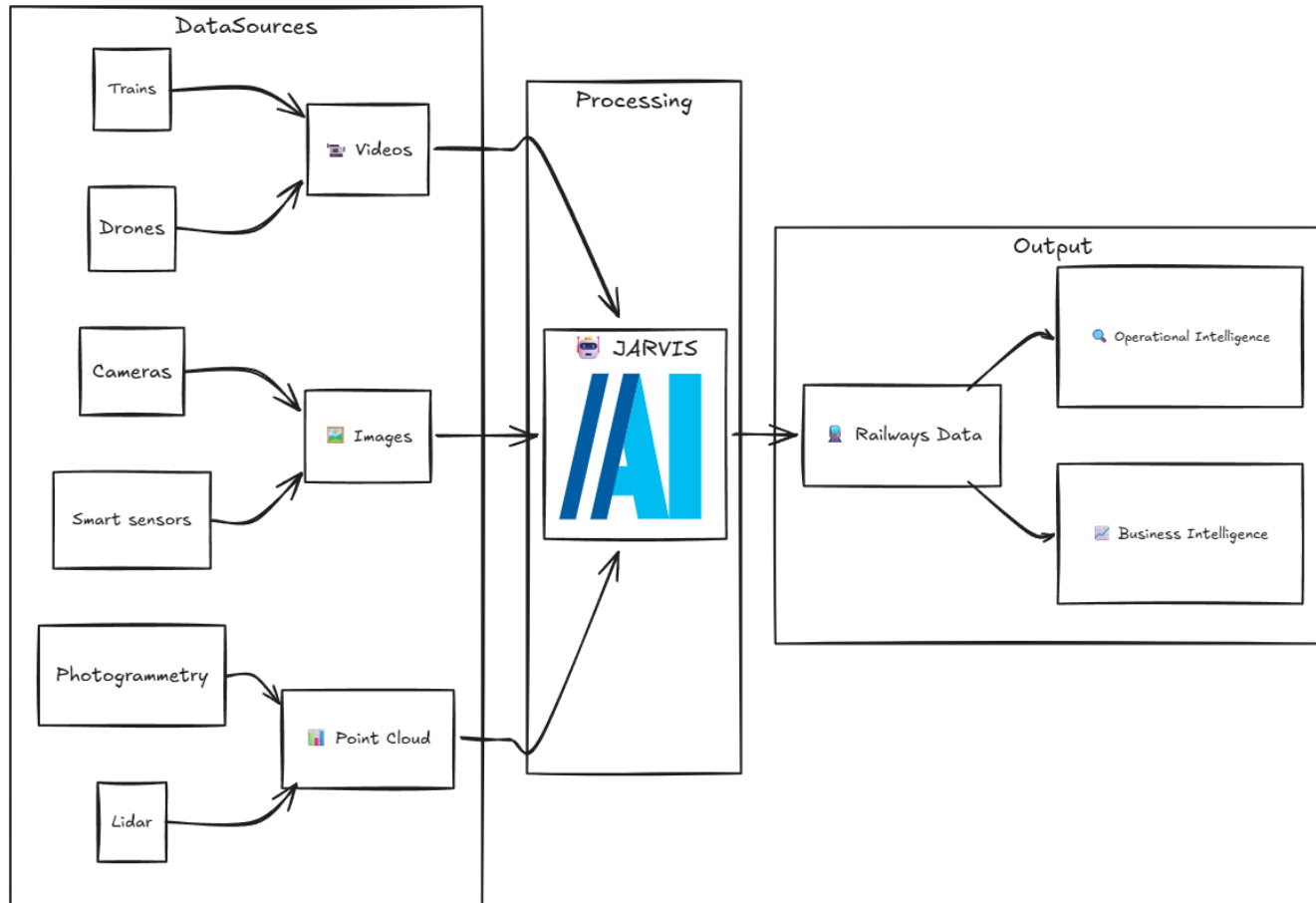


J.A.R.V.I.S 360

Systeem voor visuele inspectie van spoorwegen (maar beter)



J.A.R.V.I.S 360 – Van visuele gegevens naar bruikbare inzichten

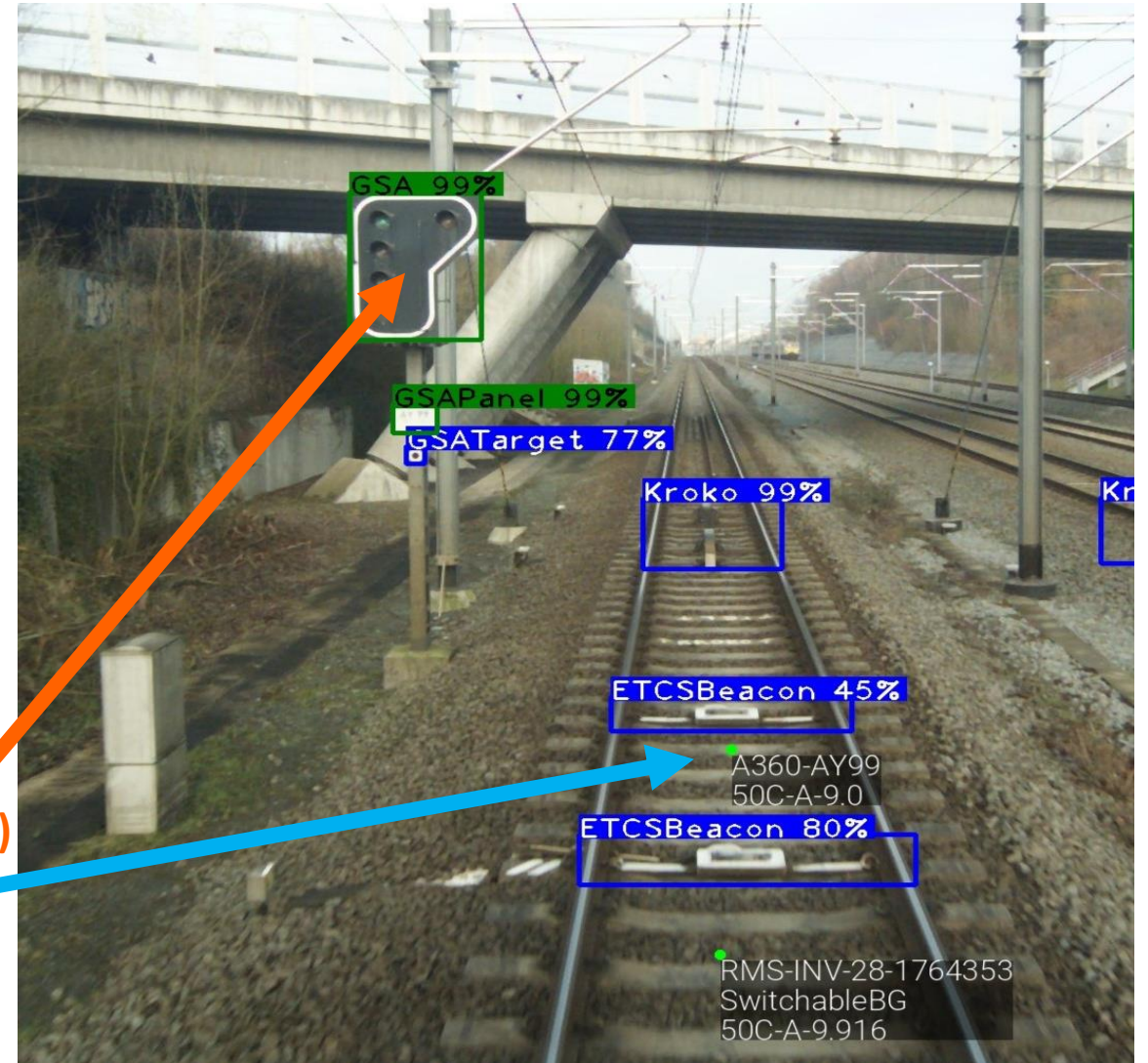
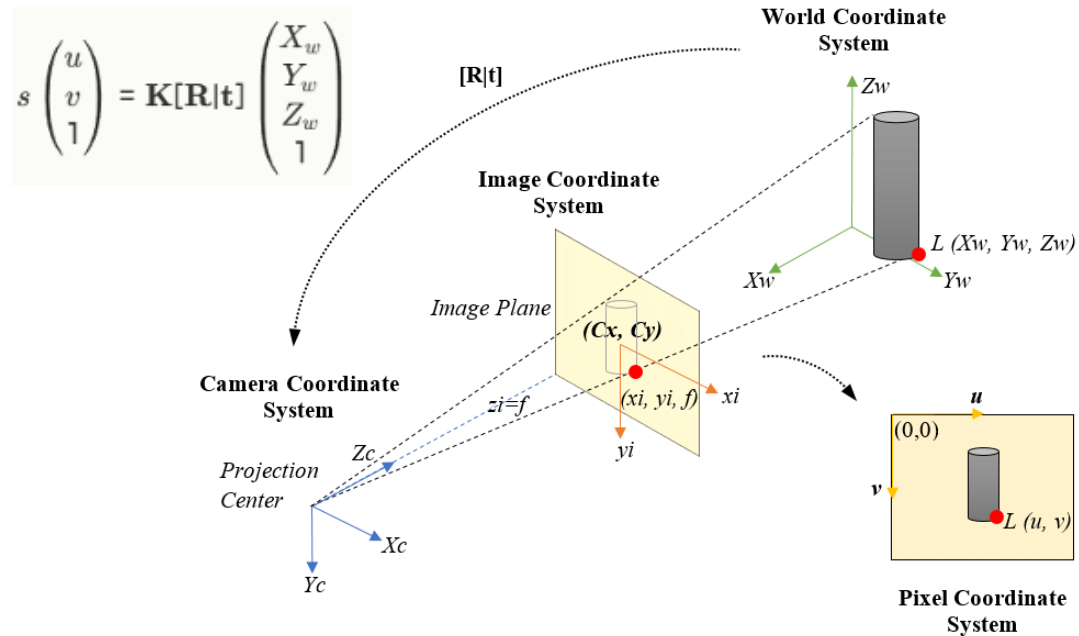


J.A.R.V.I.S 360 – Geünificeerde visuele intelligentie in alle domeinen



J.A.R.V.I.S 360 – Monoculaire pose-estimatie

Pinhole-cameramodel



Reprojectie met behulp van monoculaire pose-estimatie (JARVIS)

Reprojectiesysteem van de activadatabase (INES)

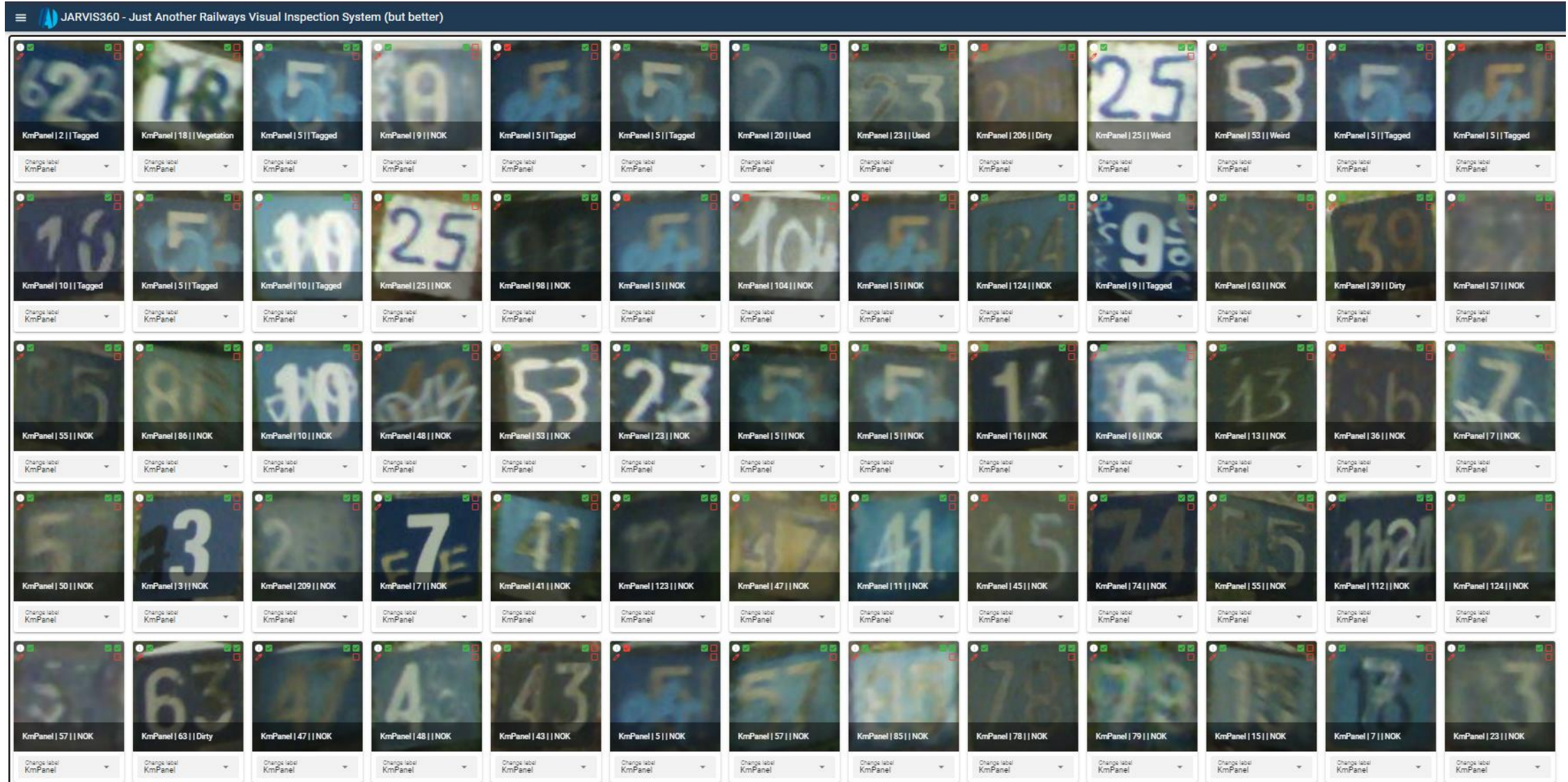


Maakt het mogelijk bestaande inventarissen te verfijnen

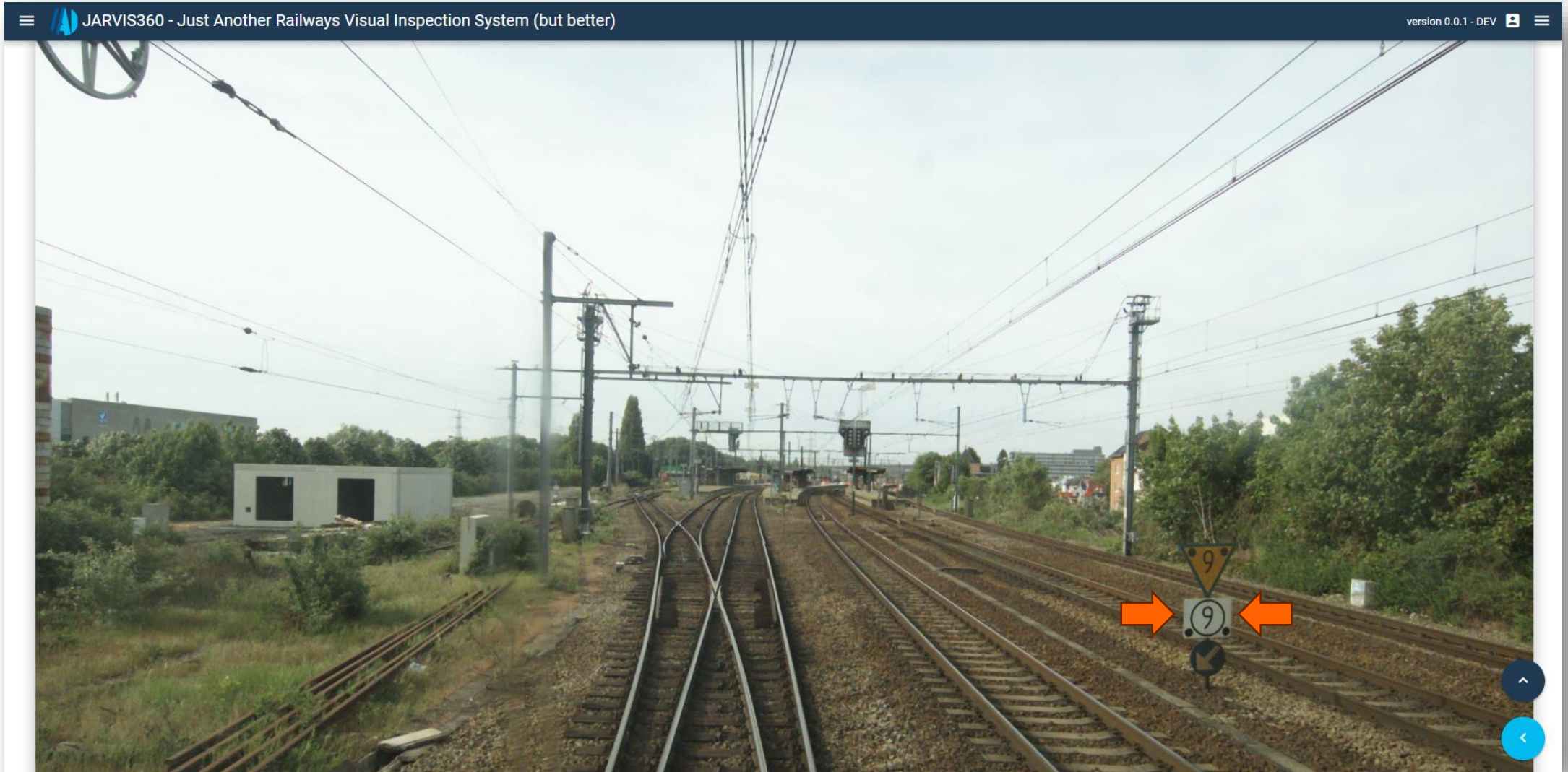
J.A.R.V.I.S 360 – Inventaris van activa



J.A.R.V.I.S 360 – Melden van voorwaardelijke afwijkingen

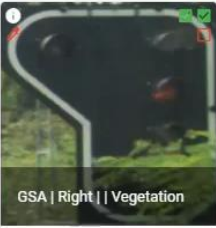
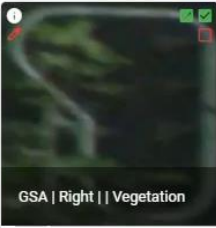
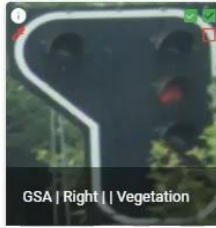
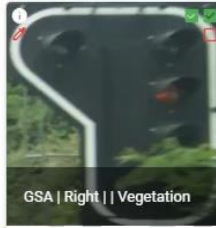
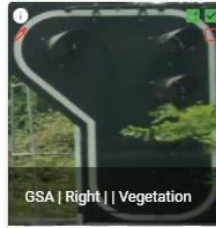
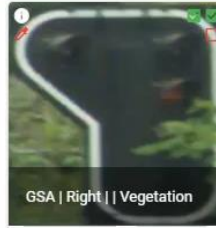
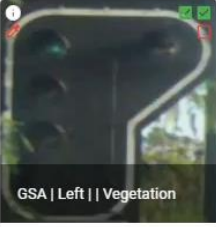
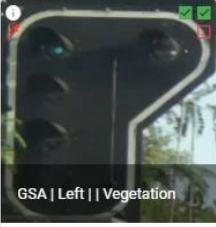
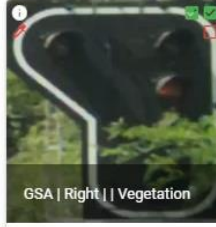
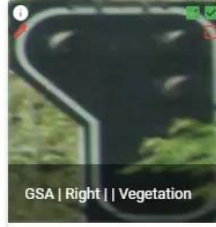
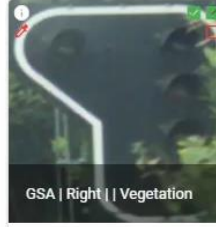
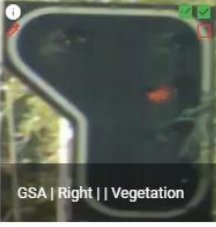
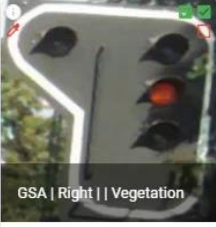
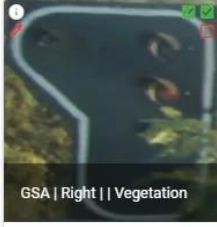


J.A.R.V.I.S 360 – Melden van voorwaardelijke afwijkingen



J.A.R.V.I.S 360 – Inspectie na de werkzaamheden

 JARVIS360 - Just Another Railways Visual Inspection System (but better) version 0.0.1 - DEV

 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Left Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA
 GSA Left Vegetation Change label GSA	 GSA Left Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA
 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA	 GSA Right Vegetation Change label GSA					

VALIDATE LABELS



BEDANKT VOOR UW AANDACHT !

Laten we het gesprek voortzetten!
Neem contact op met het J.A.R.V.I.S.-
team:

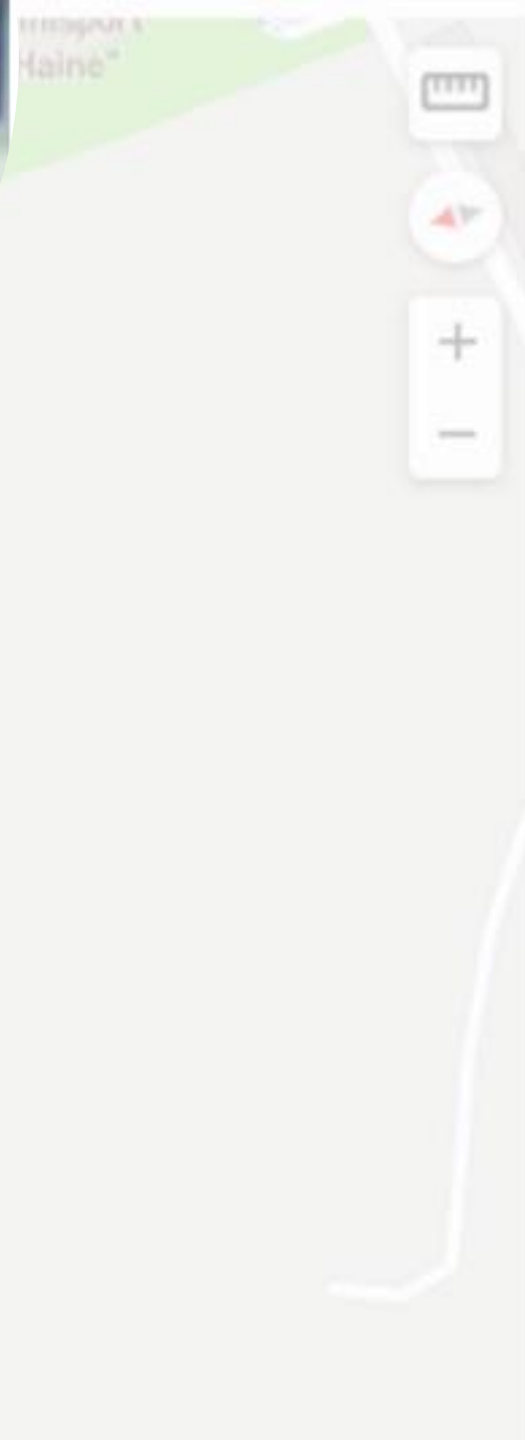
- Pieter.Verlinden@infrabel.be
- Julien.Leroy@infrabel.be
- Arnaud.Bougard@infrabel.be



I-O&P.023 Data Science
On Tracks for Knowledge



Weer

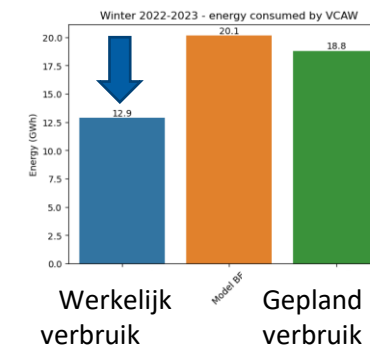
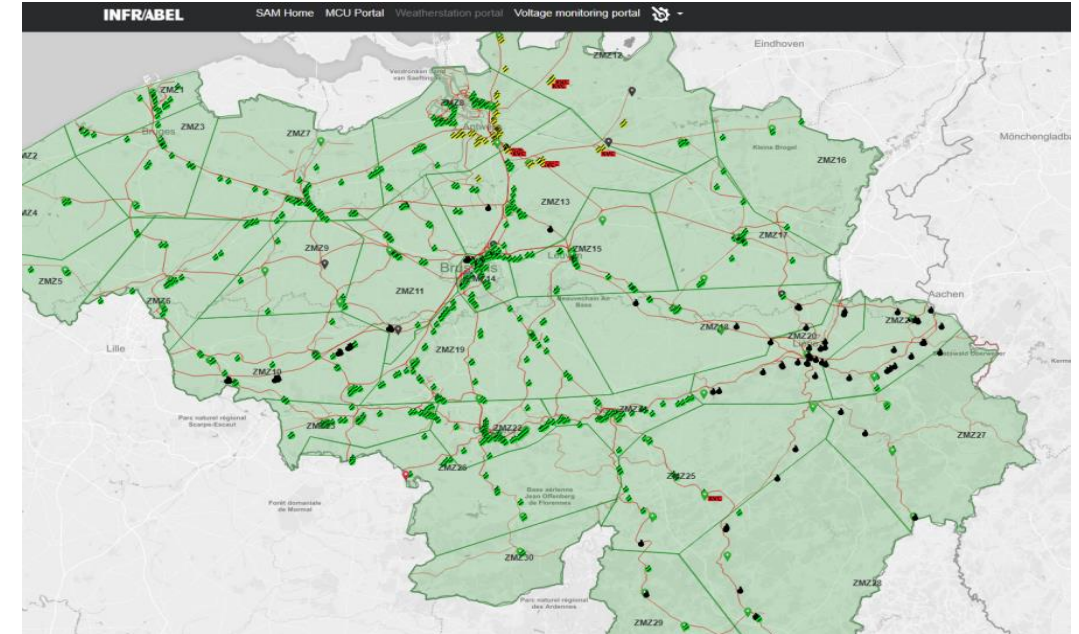


Wissel



- 70 weerstations
- Weermeting
- Omgevingskenmerken
temperatuur van lucht en **rail**
vochtigheid en neerslag
(evenals het type, bv. sneeuw)
voorspellingen
- Geschatte besparingen
 - ✓ 33 % op de energiefactuur van wissels

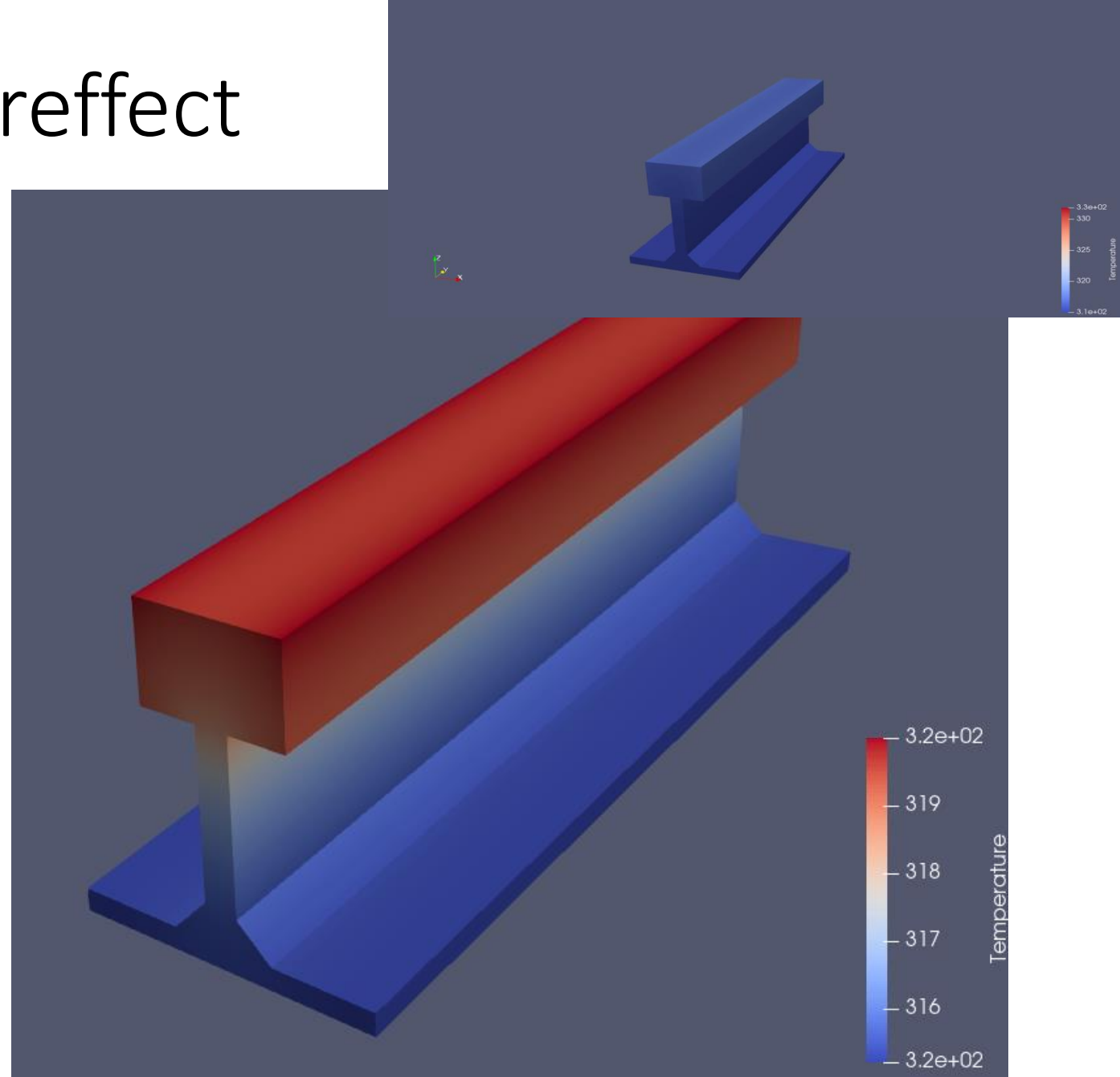
IoT op wisselmotoren. Autonome verwarming van wissels



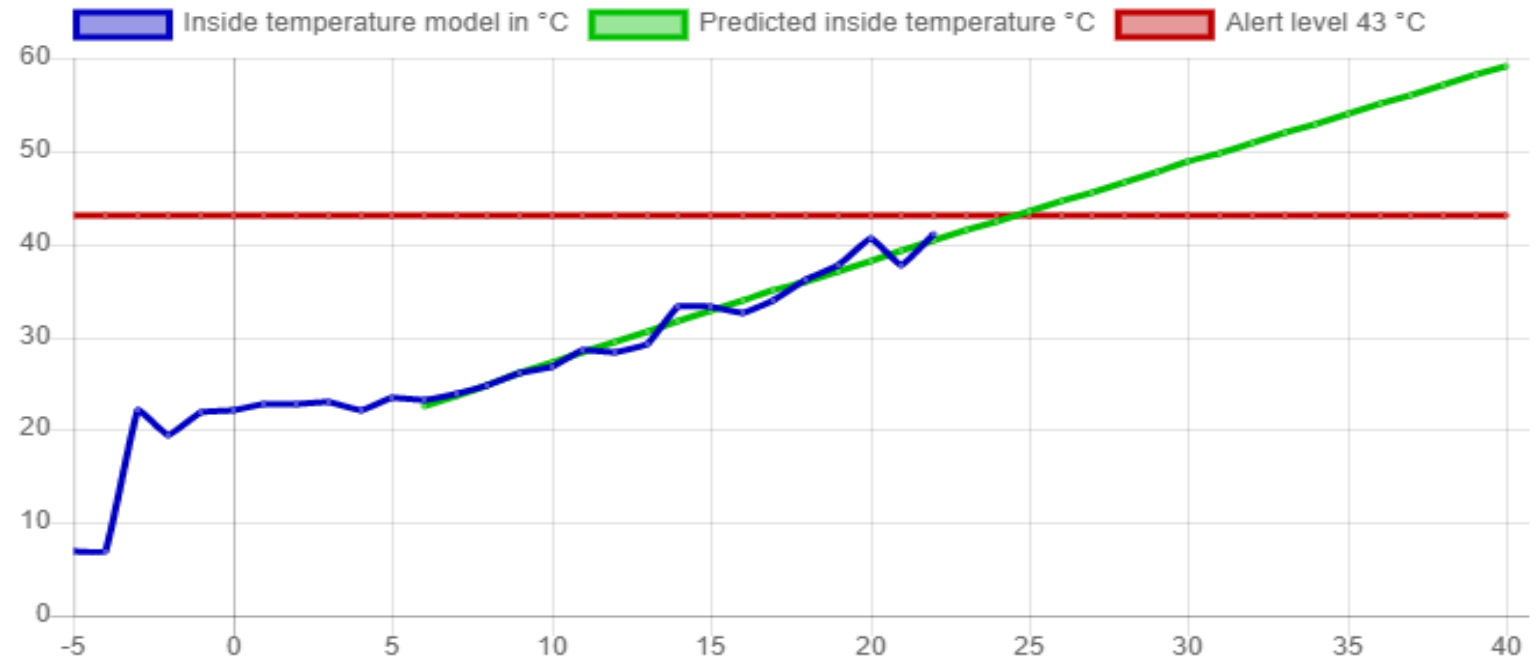
33 % minder energieverbruik

AI: automatische aanpassing van het verwarmingsniveau met een getraind neurale netwerk

Railtemperatuur: vlindereffect



Temperatuur in een loge Predictief onderhoud van de koeling



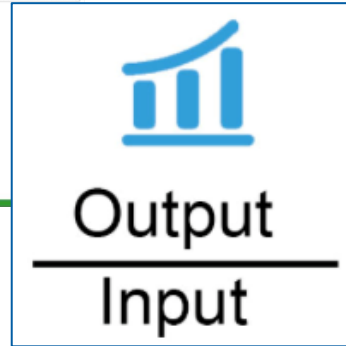
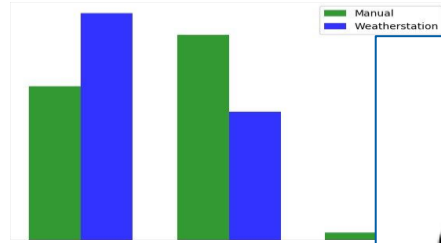
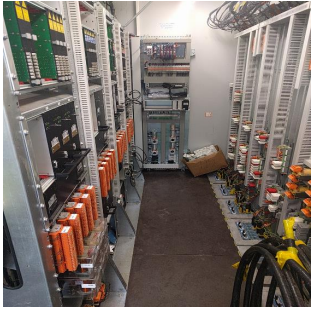
- Oververhitting in de zomer voorspellen in april
- 1.610 loges
- 20 maatregelen tegen hitte in plaats van 1.610
- maakt het mogelijk om 1.000 werkuren per jaar te besparen





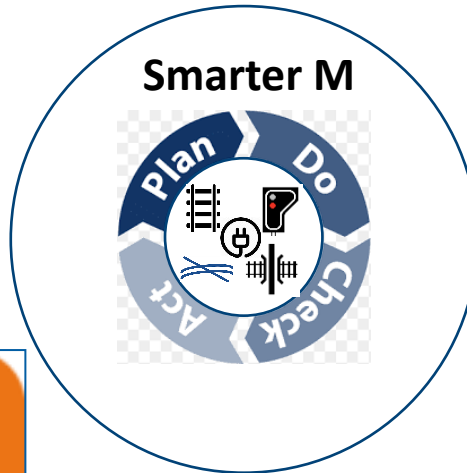
Conclusie

Doelstellingen van slim onderhoud



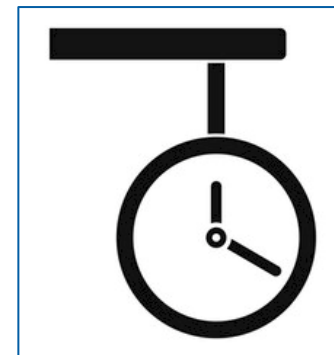
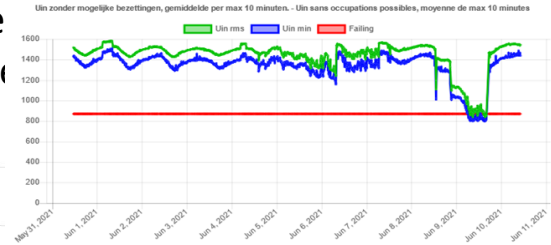
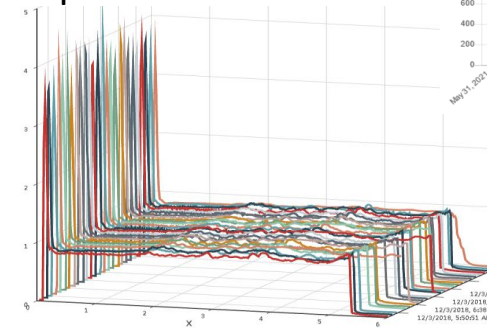
Verhoogde veiligheid

- Meten van treinen & IOT: minder handmatige inspecties op het terrein
- Digitale veiligheidsprocedures
- Veiligheidsmelding



Productiviteit verbeteren:

- Digitale hulpmiddelen om het handmatige werk te helpen verminderen
- Vloeiende en geïntegreerde overdrachten, geen fouten
- Papierloos



Treinen op tijd

- Onderhoud op tijd: hogere betrouwbaarheid
- Kortere interventietijd
- Vermindering van onderhoudsstilstand

Your opinion about the
lecture Smart Railway matters to
us!

