

DMrail - Digitalisering av underhåll för en hållbar transportinfrastruktur

28 oktober inom
InfraSweden2030s projekt- och
resultatkonferens

**INFRA
SWEDEN 2030**

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

DMrail-Projektmål, medel för att uppnå dem och resultat

- Området: järnvägsinfrastruktur, underhåll och planering
- Mål:
 - Förbättring av befintliga underhållssystem
 - Öka järnvägsinfrastrukturens drifttid
- Medel:
 - Kontinuerlig datadriven övervakning och prediktiv underhåll
 - Effektiv resursplanering för underhåll
- Resultat - strategisk
 - Höj investeringsnivån i järnvägstransporter → öka dess tillförlitlighet och därmed dess attraktionskraft för användarna
 - Minskning av driftskostnader med 20 %
- Resultat – produkt
 - Prototyp för dynamiskt datadrivet prediktivt underhåll
 - Prototyp av visualiseringen av underhållsresultat
 - Integrering och validering av projektsresultat

Projekt börjar



Juni 2019



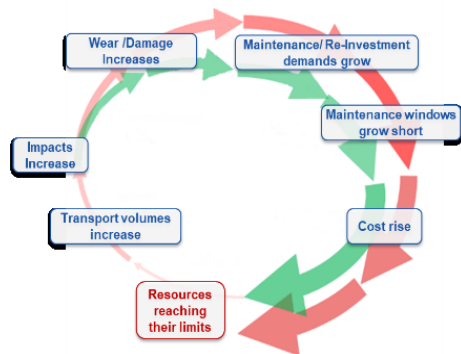
Projekt slutar



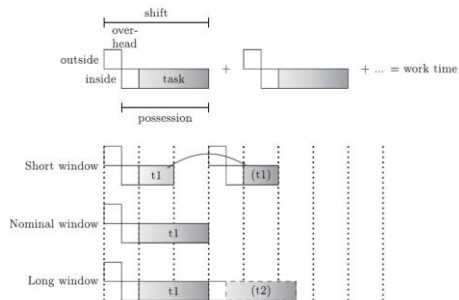
May 2022
AI



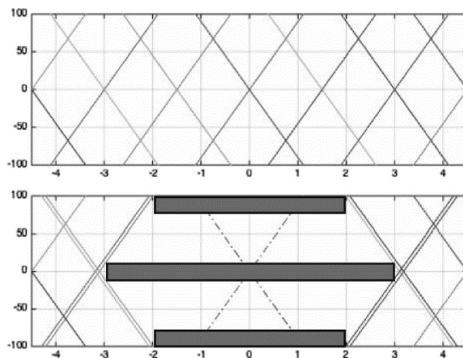
Underhållsplanering i järnvägar: DMrail och dess påverkan



Trafik, underhåll och kostnader



Underhåll och arbetsskift



Underhåll och tidtabeller

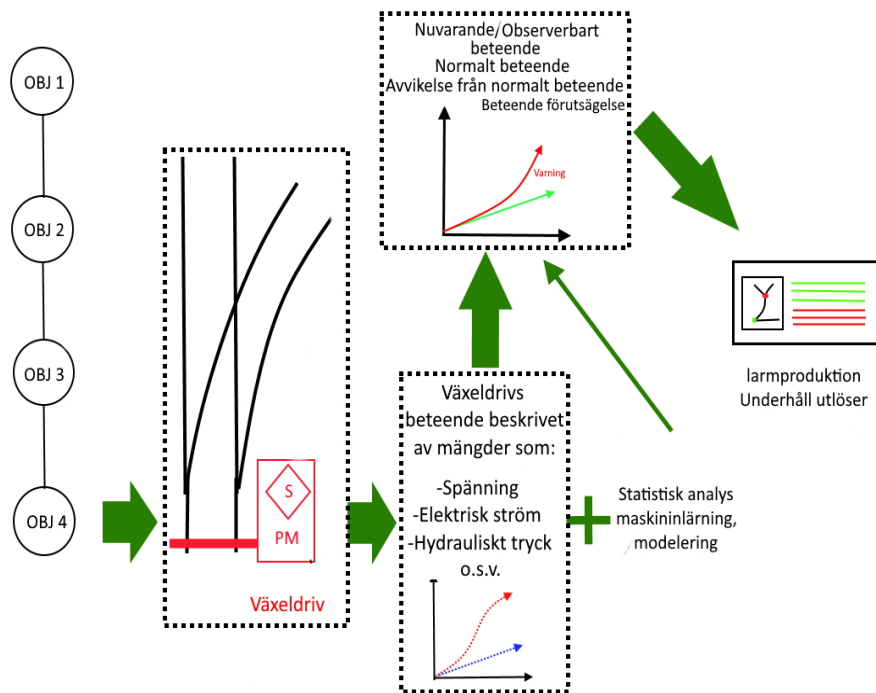


Organisering av underhållsaktiviteter, tillgångar och utrustning på järnvägsnätsnivå

Underhåll och reaktion vid utrustningsfel

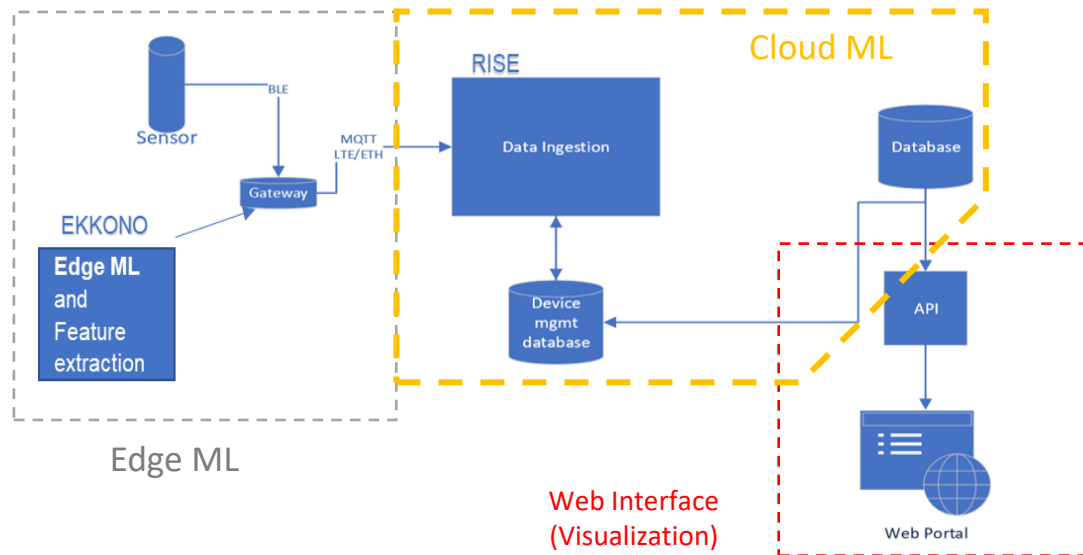
- **Oplanerat/responsivt underhåll**
 - Korrigerande underhåll
- **Förebyggande underhåll**
 - Planerat underhåll
 - Konditionsbaserat underhåll
 - Prediktivt underhåll

DMrail: prediktivt underhållssystem för järnvägskraftenheter och växeldriv i spårväxlar -princip



- DMrail: en molnbaserad övervakningslösning
- Fokus på järnvägskraftenheter och speciellt på växeldriv i spårväxlar
- Möjlighet för bredare tillämpning på järnvägssignalutrustning
- Växeldriv → sensor → data och VD beteende + ML tekniker → Normalt kontra onormalt beteende → feldetektering → visualisering av larm + underhåll före felfunktion
- Försäkring av civil infrastruktur kontra signalutrustning - plötsliga fel utan förvarning
- **Vision: Lätt att installera, enkel att använda**
 - Överväga SIL 4-ansökningar och auktoriseringsprocess

DMrail- Systemarkitektur och översikt



- Huvudsystemdelar
 - Gateway(Edge ML del):
 - Backend and dataintag – Cloud ML (molndel)
 - Webbgränssnitt och visualisering

- Kärnfunktioner (CF) för intelligent datadrivet prediktivt underhåll.
 - CF1 – Datainsamling, bearbetning och analys
 - CF2 – Prediktiv underhåll
 - CF3 – Visualisering
 - CF4 – Validering

Data

- Arlandabanan Data
 - Spårväxlar mellan Stockholm and Arlanda flygplats
 - Utomhus- och inomhuslägen
 - Elektromekaniska växledriv
 - Motsvarar en sensor en växeldriv
 - Data om ström och andra variabler relaterade till växeldriv
- Scope Data
 - Spårväxel i en testanläggning i Katowice, Polen
 - Utomhuslägen
 - Elektrohydraulisk växeldriv
 - Datadelmängder som hänvisar till olika driftsförhållanden
 - Ström- och tryckavläsningar
- Data - Pilotprojekt i Göteborg
 - TRV(infrastruktur)/Alstom(sensorer)
 - Elektromekaniska växledriv
 - Mycket mer sensorer och data!!! (än Arlanda)
 - Huvuddataset att användas i nästa steg.



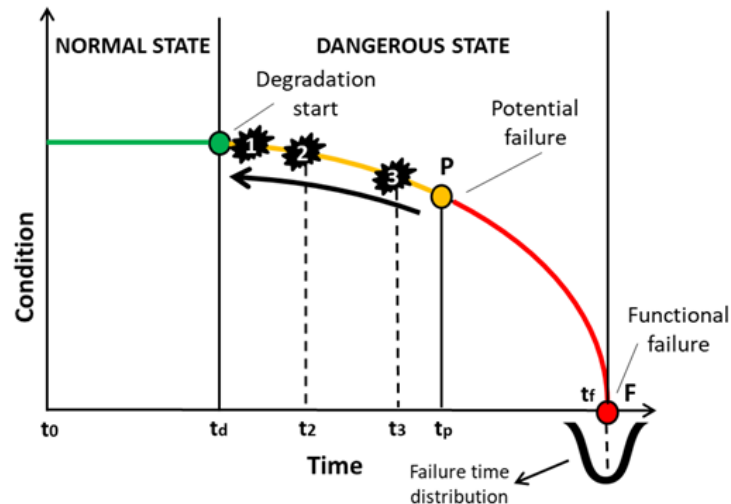
Edge ML

- Generaliserbarhet
- Beräkningskraft
- Uppdatera och underhålla en decentraliserad lösning

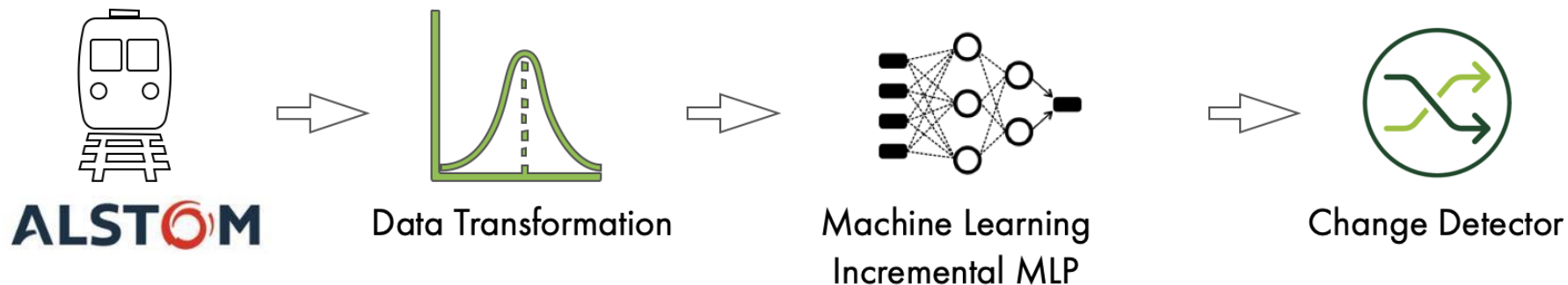
- Mål?
 - Att lära sig individuellt beteende för varje växeldriv genom monitorering och förutsägelse i realtid

Cloud ML

- Det mesta av data som samlas in i realtid kan inte användas för molntjänsterna (lösning: datafiltrering).
- Användbar för att sätta underhållspolicyer, förhandla kontrakt och planera drift och upphandling på lång sikt.



Edge ML – Simulerat hinder - Scope Data



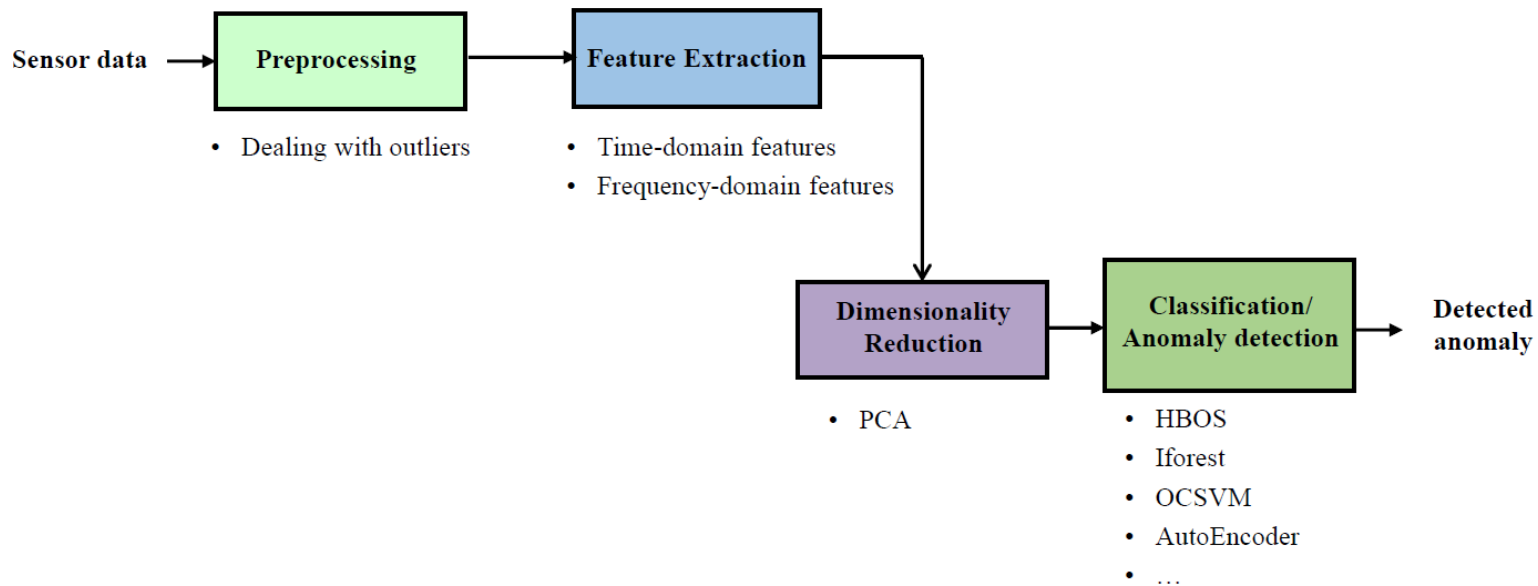
- MLP för att förutsäga (predicera) trycket
- "Change detector" för att upptäcka ökat prediktionsfel

Edge ML – Elektriskt motstånd - Scope Data

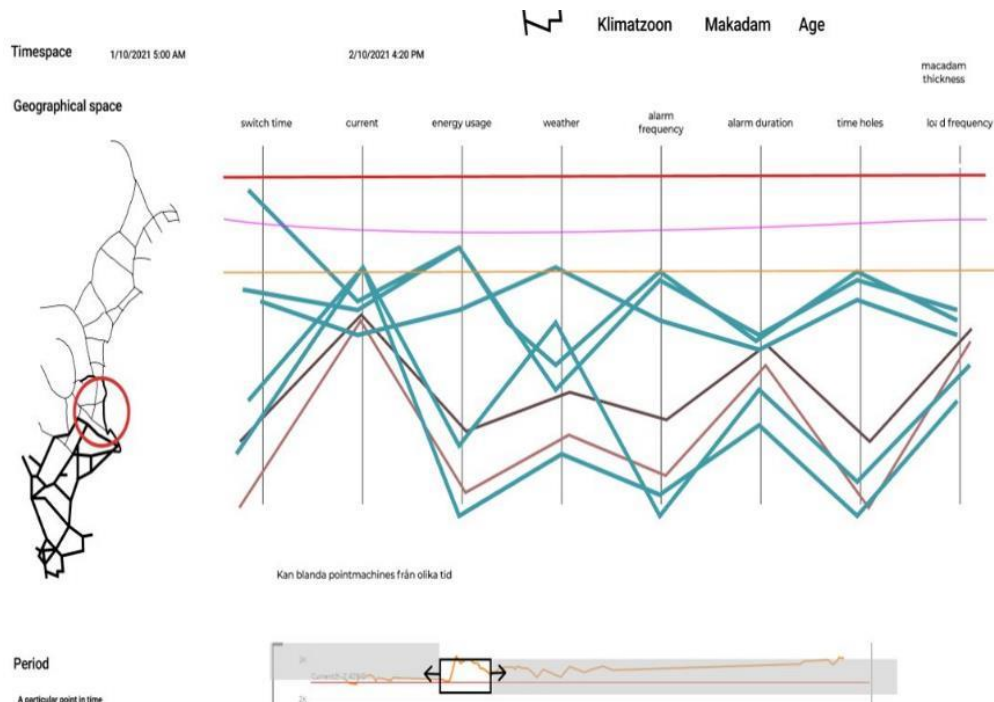


- "Change detector" direkt på transformerad data
- Kalibrerad på data utan avvikelser

Cloud ML - Scope data



Visualisering



- Viktiga Krav:
 - Användarcentrerad
 - Användbarhet
 - Enkelt, icke-komplext gränssnitt → effektiv datapresentation
 - Användning av flera visualiseringstekniker
 - Olika översiktsnivåer
 - Gränssnitt justerbart för olika användare

Vad är nästa? Slutsatser och reflektioner

Status Quo - färdiga delar

- Conceptual Design - A) Sensors, Data connectivity architecture specification, KPIs (DA.1)
- Data quality and correlation analysis (B)
 - Preprocessing of data (DB.1)
 - Machine learning algorithms (DB.2)
- Visualization (DD.1)

Nästa steg

- Slutföra ML-algoritmer → Justering till Gbg Pilot
- Dynamisk övervakning prototyp för prediktivt underhåll → lägg till tidshorisont
- Validering av DMrail-projekt

Reflektioner

- Svårt och nödvändigt att förstå hur data samlas in → Nya sensorer
- Flera kompetenser som ska kombineras → Gemensamt språk behövs
- Bra stöd från InfraSweden 2030 → Gemensamma evenemang som möjliggör korsbefruktnings med andra InfraSweden 2030-projekt

Slutsatser

- Edge ML & Cloud ML; en kompletterande kombination
- Samhällsdigitalisering och hållbarhet av det svenska järnvägstransportsystemet
- Minskning i komplexitet & implementering av en skalbar lösning
- Använda resultat för att få ut nya produkter, tjänster och teknik för järnvägsinfrastruktur på marknaden

Referenser

[1] Consilvio, A., Di Febbraro, A., Meo, R. & Sacco, N., (2018). Risk-based optimal scheduling of maintenance activities. EURO journal on transportation and logistics, pp. 1-31.

[2] Lidén, T. & Joborn, M., 2016. Dimensioning windows for railway infrastructure maintenance: Cost efficiency versus traffic impact. *Journal of Rail Transport Planning and management*, pp. 32-47.

[3] de Vre, J. et al., 2016. Ansätze zur Reduktion der Kosten des Systems Bahn. Graz: Conference Modern Rolling stock.

[4] Bousdekis A, Mentzas G., 2021, Enterprise Integration and Interoperability for Big Data-Driven Processes in the Frame of Industry 4.0, *Journal of Data Mining and Management*, Vol. 4

[5] Bostock M., 2017, Force-Directed graph, Available at <https://observablehq.com/@d3/force-directed-graph>, accessed Sept. 14, 2021

[6] Arlandabanan, available at <https://twitter.com/EFNTV/status/880083104114790401/photo/> , Accessed Sept 12, 2021