



Fysisk AI för byggnation och underhåll

Martin Magnusson

2025-02-27

Agenda



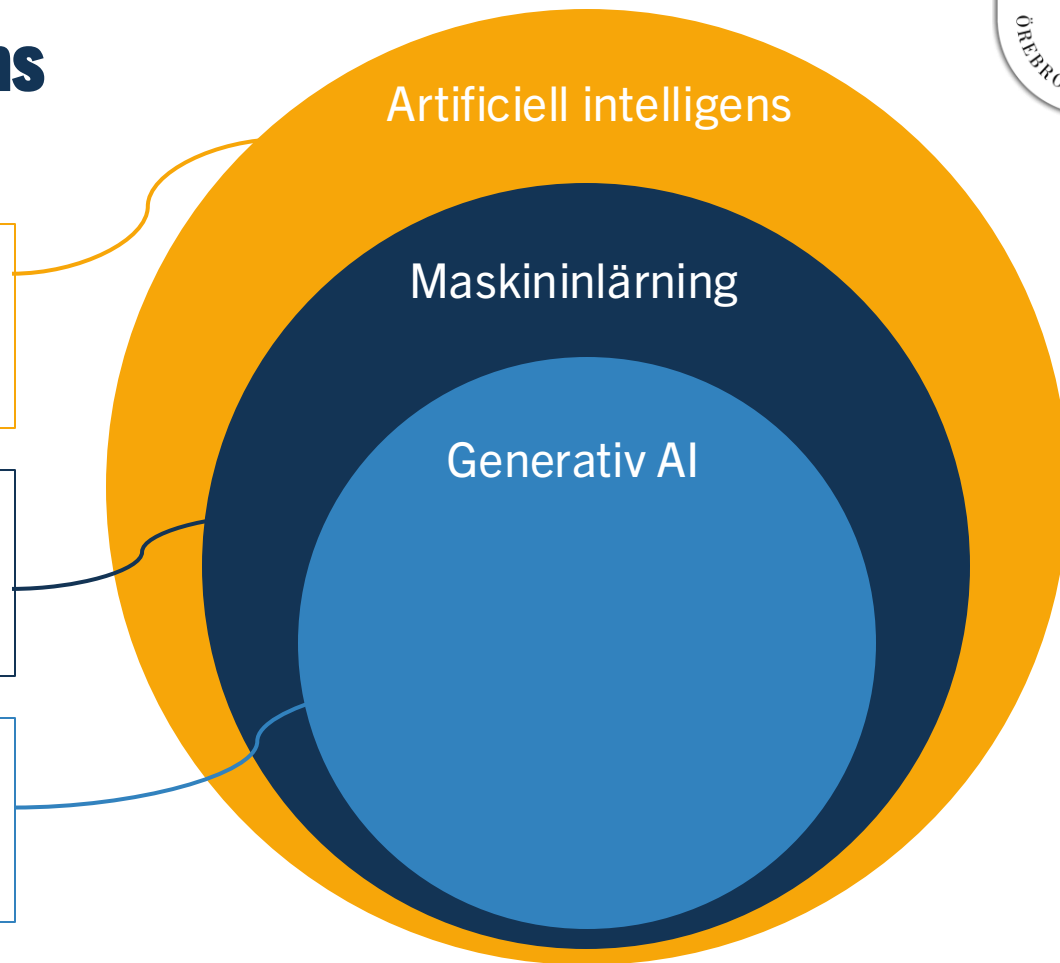
- AI? Robotik? Vad och varför?
- Användningsområden
- Perception för robotar och människor
- Multimodala kartor
- Prediktion och optimering

Artificiell intelligens

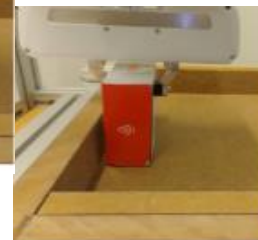
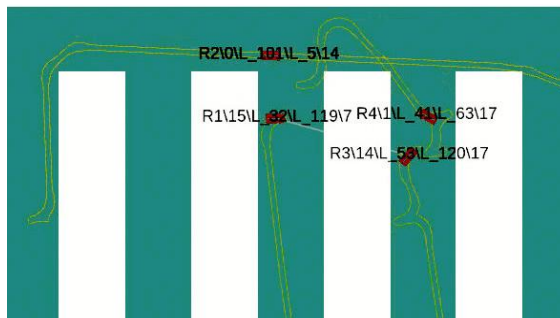
Tekniker som efterliknar
mänskligt intelligent
beteende: problemlösning

Optimera utifrån
data/observationer för att
matcha input till output

Stora neurala nät som lär
sig mönster i inputdata,
skapa nya output



Artificiell intelligens

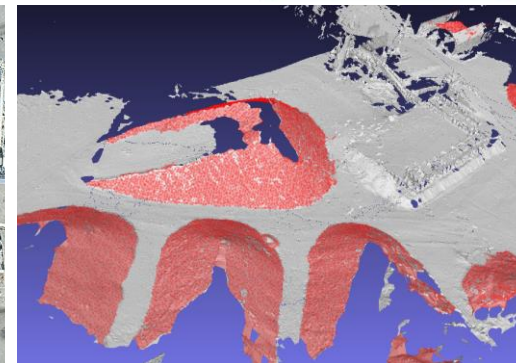


Analysera den här serien av temperaturmätningar i en tvättstuga. 19.1 19.2 22.0 19.7 19.1 19.9

Slutsats

- Temperaturen ligger mestadels runt 19–20°C, men ett enstaka högre värde (22.0°C) sticker ut.
- Standardavvikelsen på 1.02°C visar att temperaturerna varierar något, men ingen extrem variation förekommer.
- Medianen (19.45°C) är något lägre än medelvärdet (19.83°C), vilket tyder på att det högre värdet (22.0°C) drar upp snittet.

Vill du ha en grafisk representation, t.ex. ett histogram eller en tidsserieplot? [-]



Användningsområden

- Bygga
- Kartera, digitala tvillingar
- Inspektera
- Underhålla
- Riva

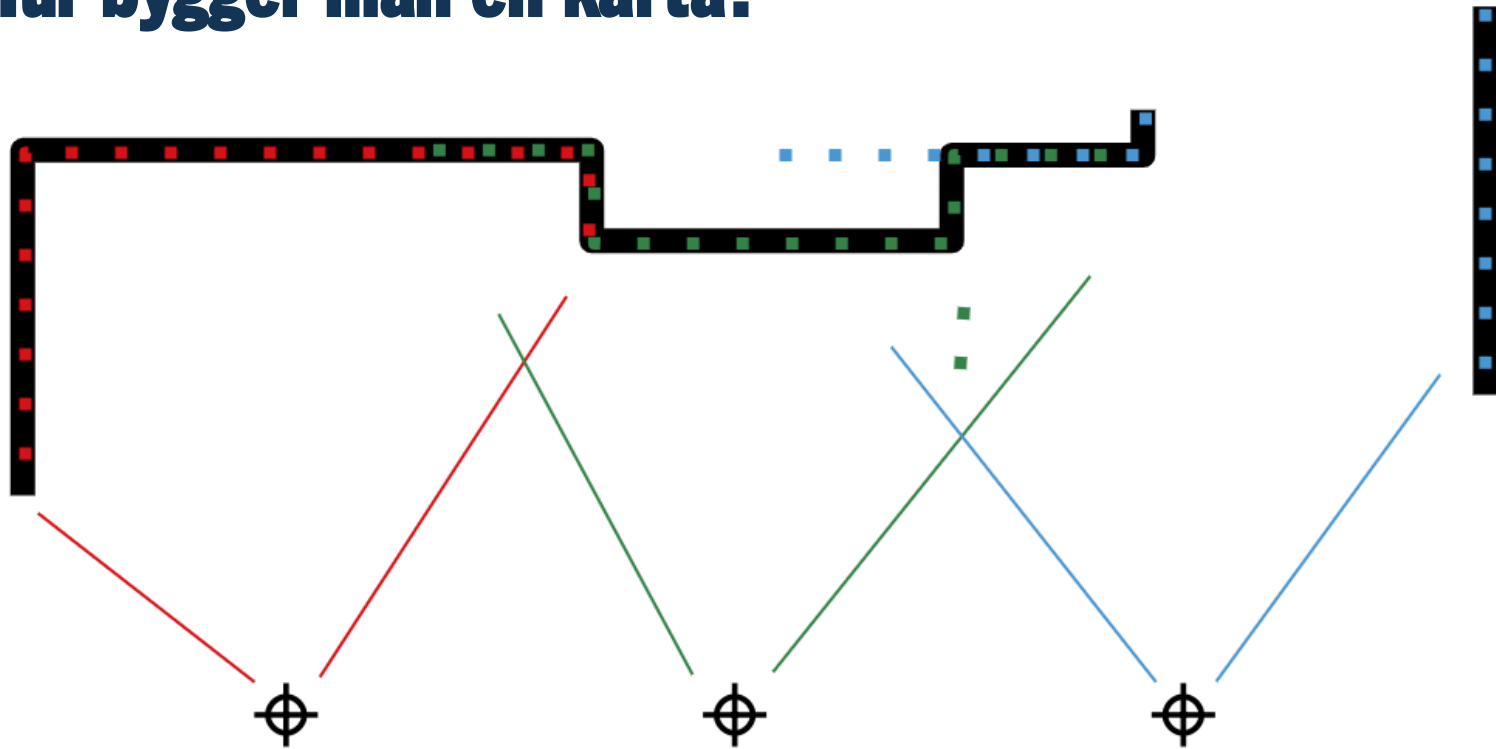


Kartera

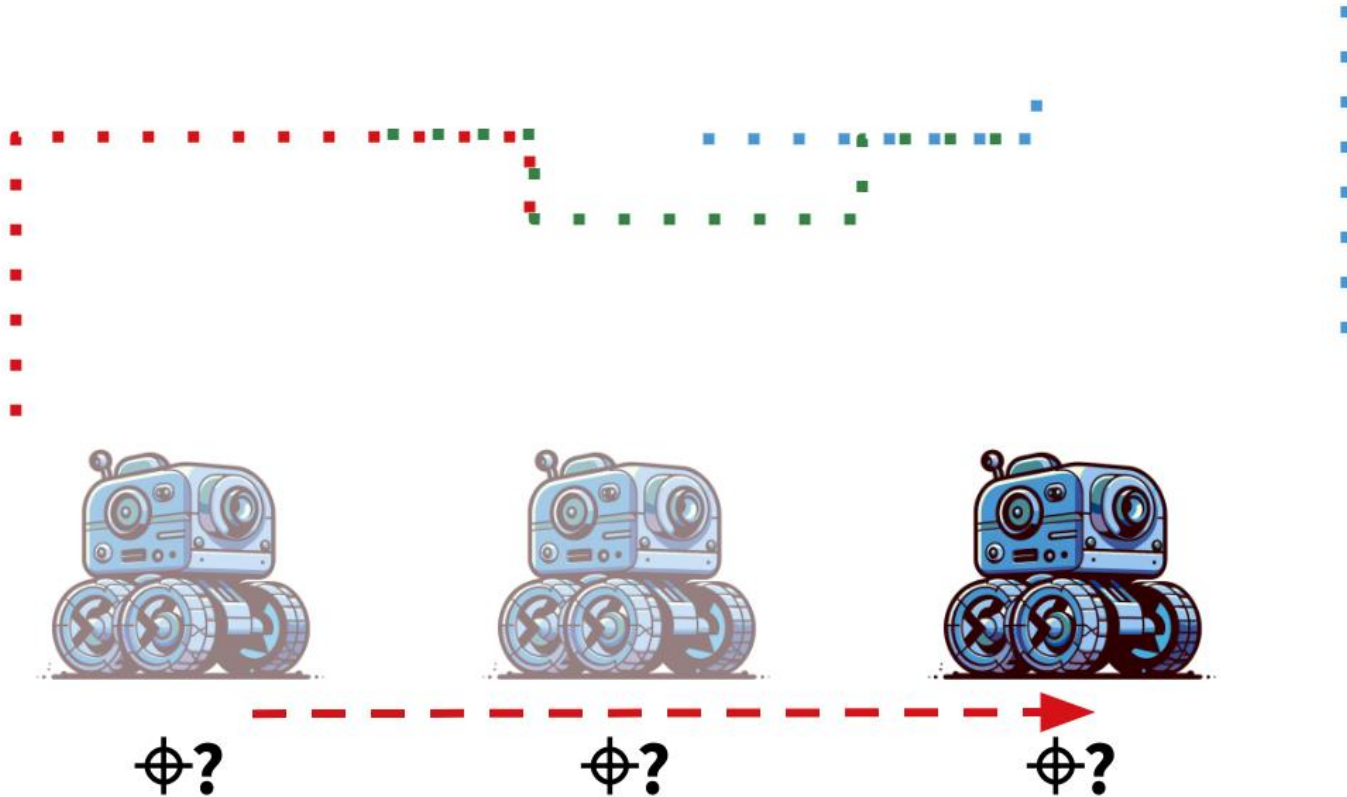
- Bygga 3D-modeller av fastigheter
- "As-built"-karta, snarare än "as-planned"
- Traditionellt med mobil laserscanner
- Ännu mer traditionellt med totalstation



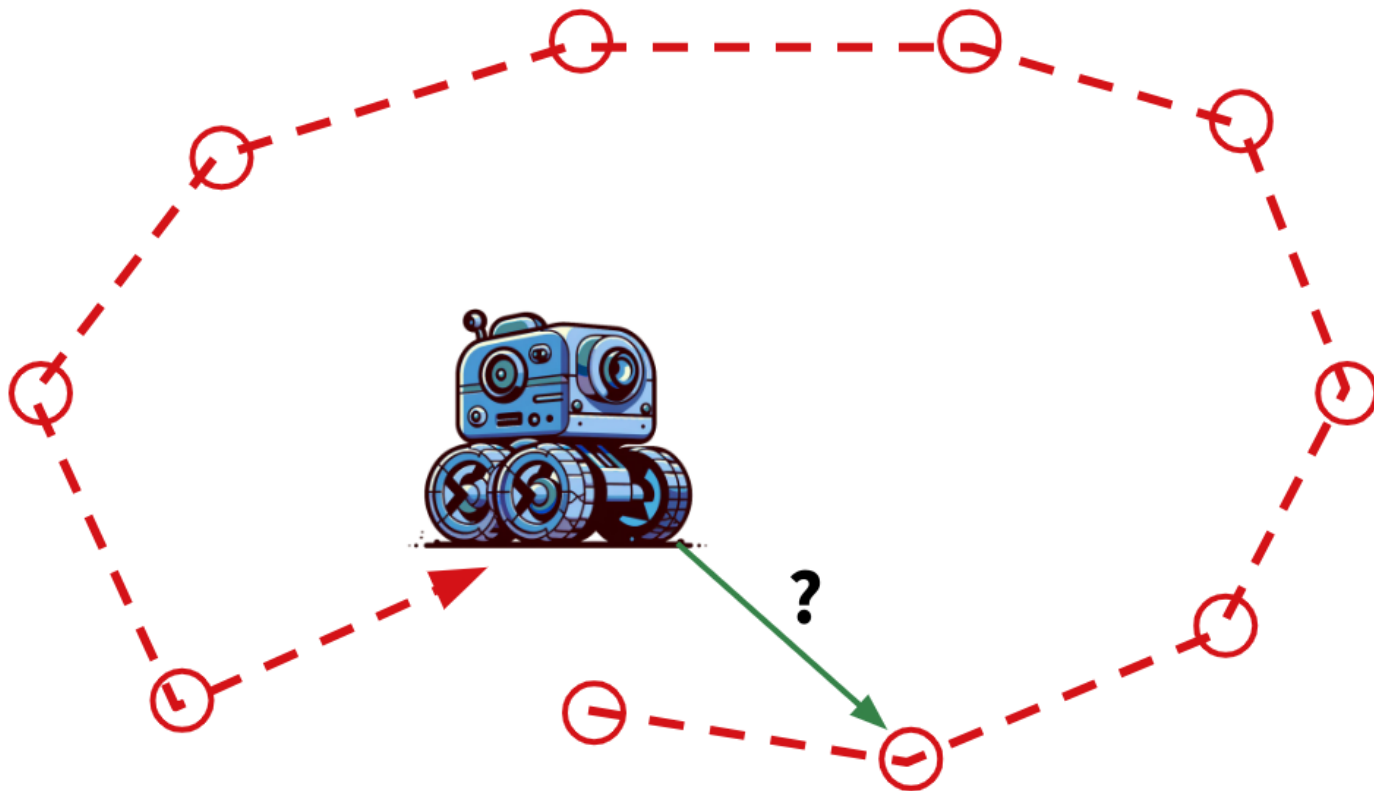
Hur bygger man en karta?



Hur bygger man en karta?



Hur bygger man en karta?



Kartering, exempel

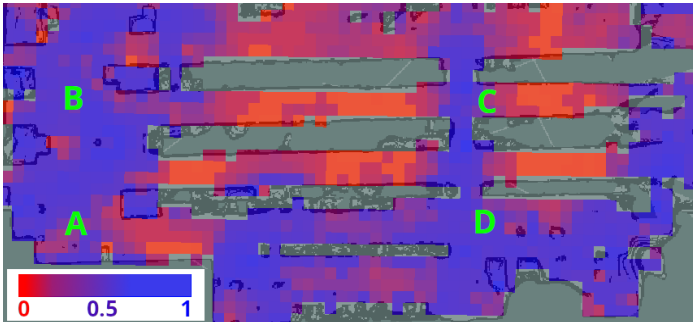
Svårigheter

- Rörliga objekt
- Långa korridorer
- Hur kan vi lita på kartan?

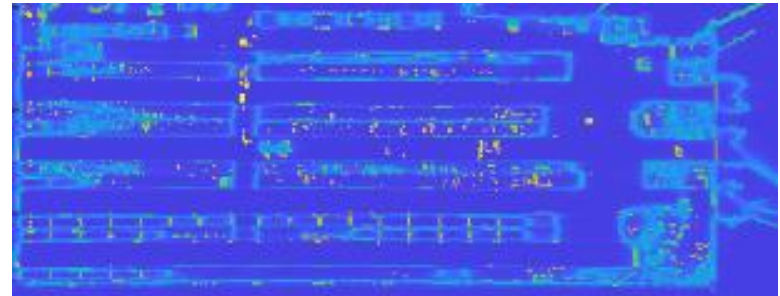


Introspektion för kartering

Riskkartor



Självskattning av kvalitet



Fotorealistiska 3D-kartor

- Moderna metoder använder neurala nät för att "minnas" kartan i stället för att explicit samla på sig punkter.
- Kan generalisera: hur skulle en bild se ut från en vinkel som vi inte redan har sett?
- Vårt bidrag:
 - Mer minneseffektiva modeller
 - Hantera "glömska" modeller

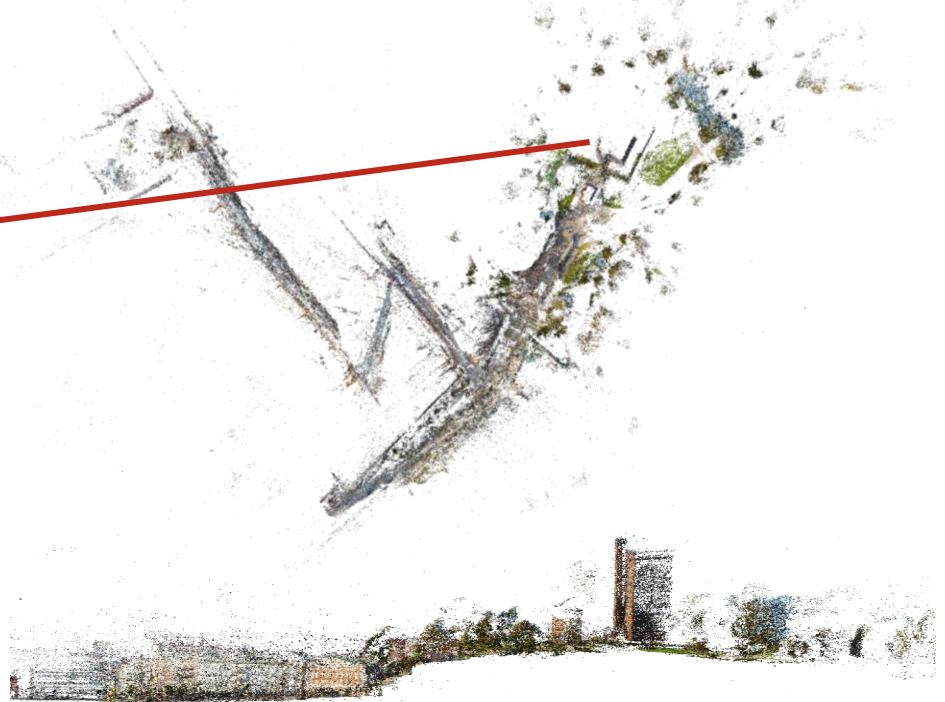


3D-kartor "i det vilda"

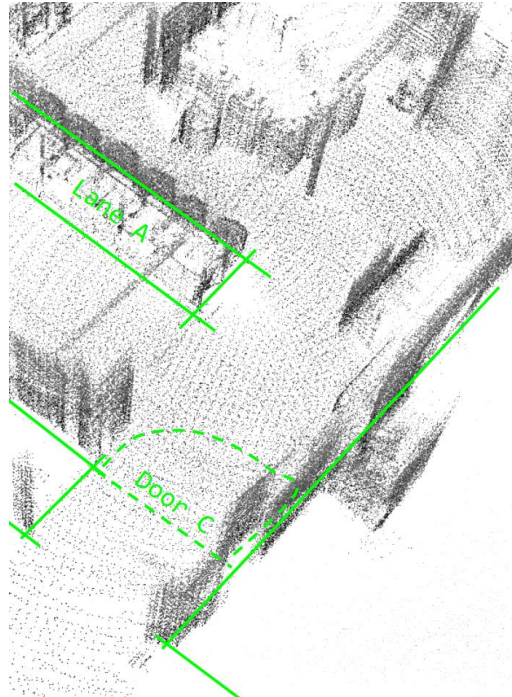
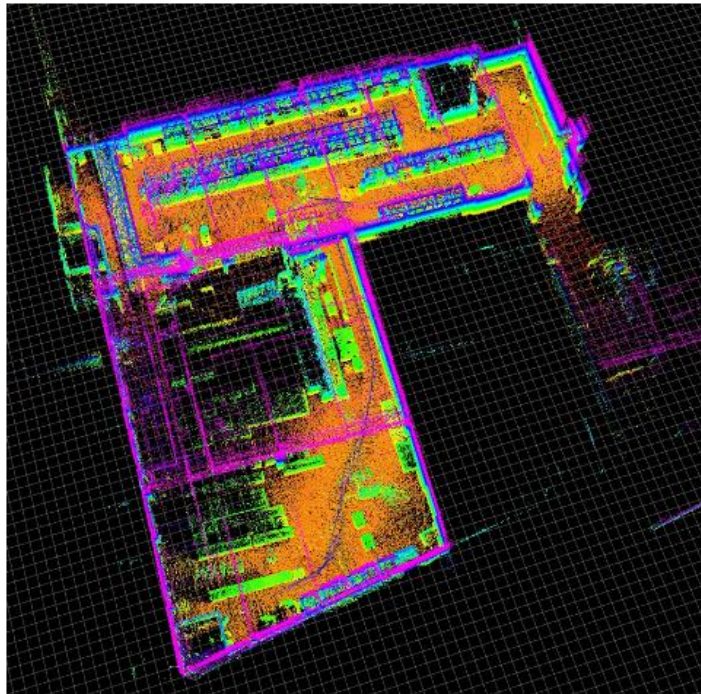
- Hittills: bygga kartor med kalibrerade sensorer, under mer eller mindre kontrollerade former.
- Tänk om vi kunde bygga en 3D-karta bara från en Youtube-video?
- Varför är det svårt?
 - Okänt objektiv på kameran
 - Snabba rotationer
 - Långa sträckor



3D-kartor "i det vilda"



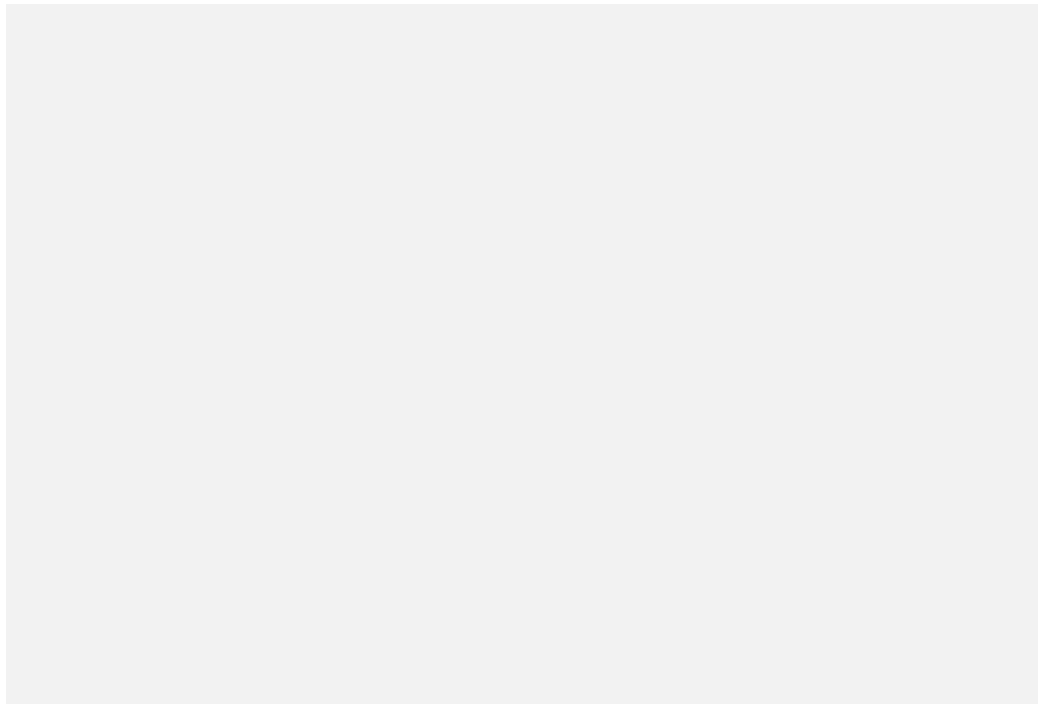
Objektigenkänning, "semantiska kartor"



Objektigenkänning



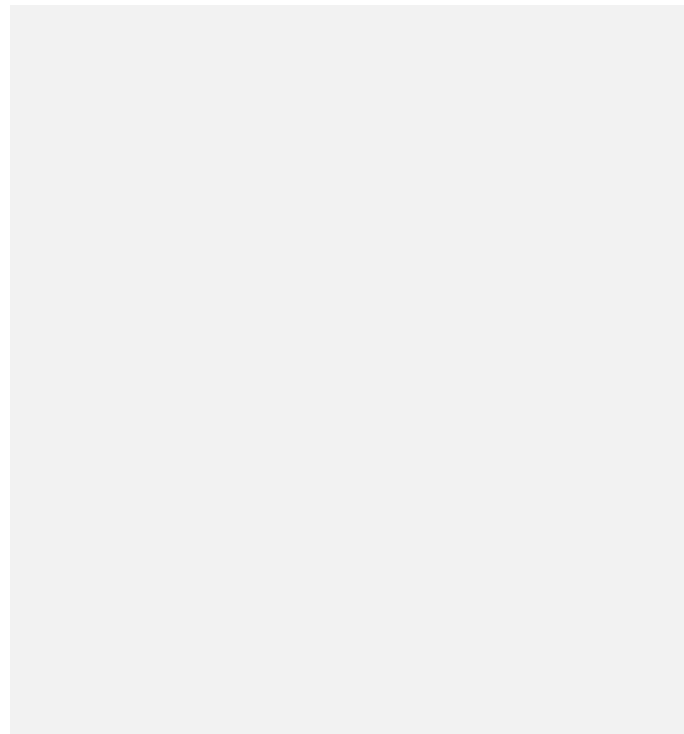
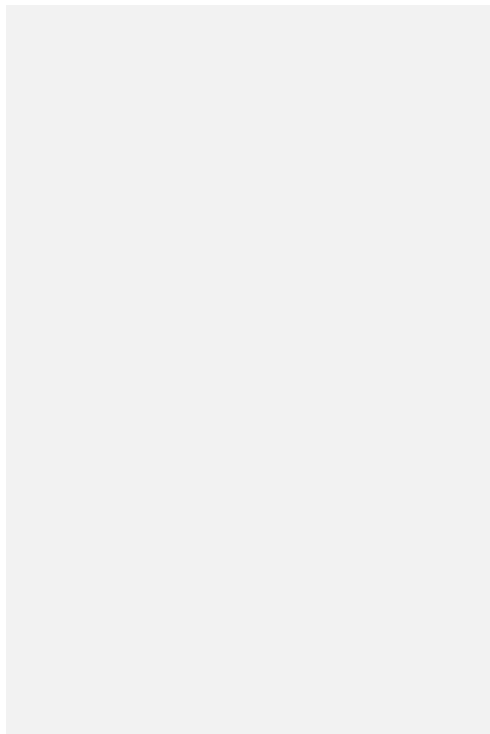
- Träna med maskininlärning: objektigenkänning
- Specifika sorters objekt eller "öppen vokabulär"



Objektigenkänning

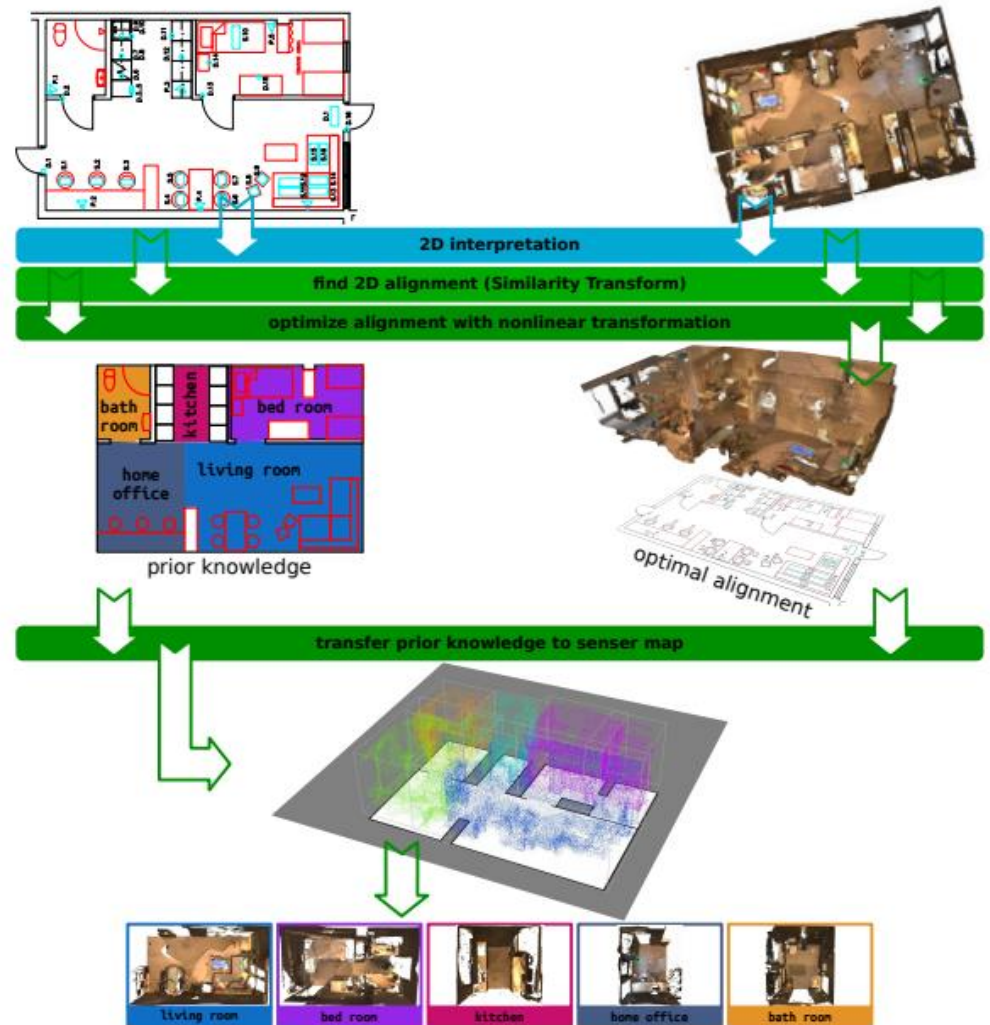


Fungerar sämre i
"intressanta"
miljöer.



Multimodala kartor

- Kombinera BIM med mobil sensordata
- Hur bäst matcha punkt till punkt när ingen karta stämmer exakt?
- Ömsesidig förbättring
- Överför information mellan representationer



Örebro Campus.AI

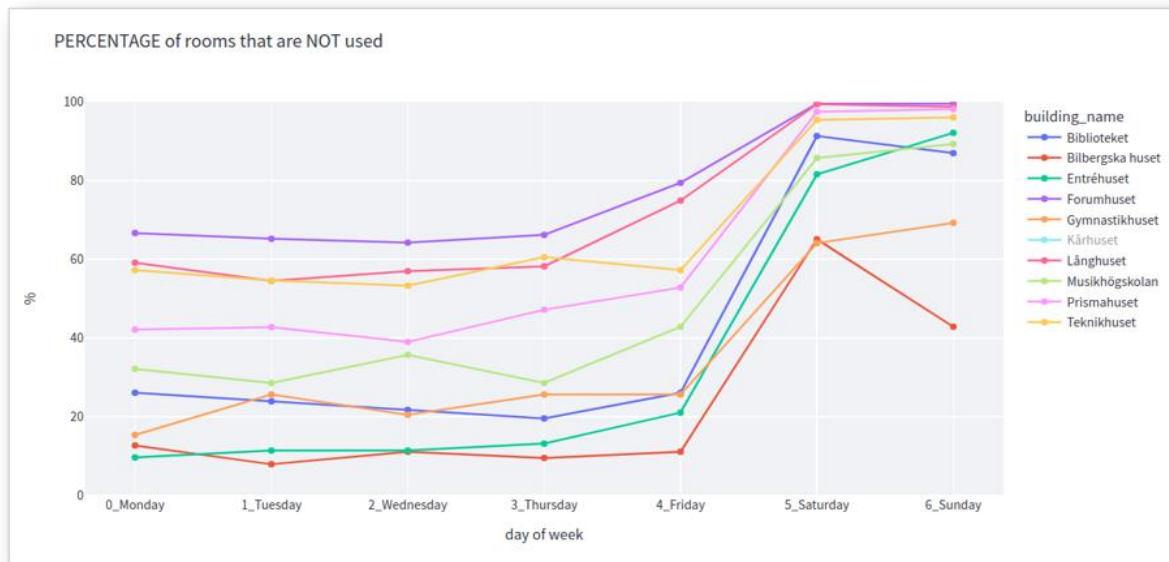
- 3000 sensorer på campus



- Temperature
- Humidity
- Illuminance
- Motion
- CO2
- DoorOpen



Analysera nyttjandegrad av rum



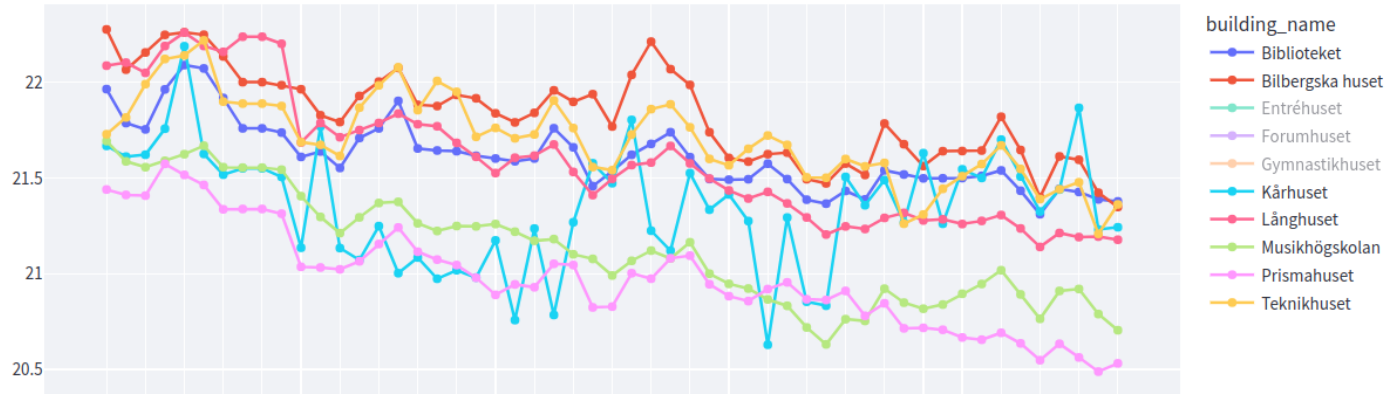
[Outlier] >>>
[point of interest] >>>

on **Saturdays**, among all buildings, the **USAGE** of **offices** in building **b_i** is **relatively higher** than the normal usage.

Om vi vet hur rum används kan vi planera värme/belysning/etc bättre

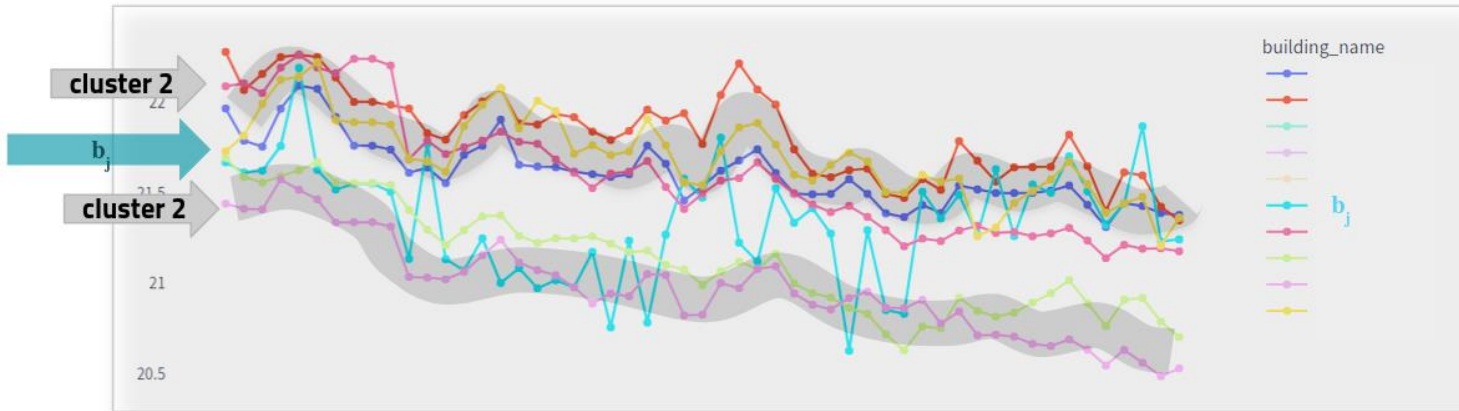
Hitta anomalier

- Vilken byggnad skiljer sig från de andra?



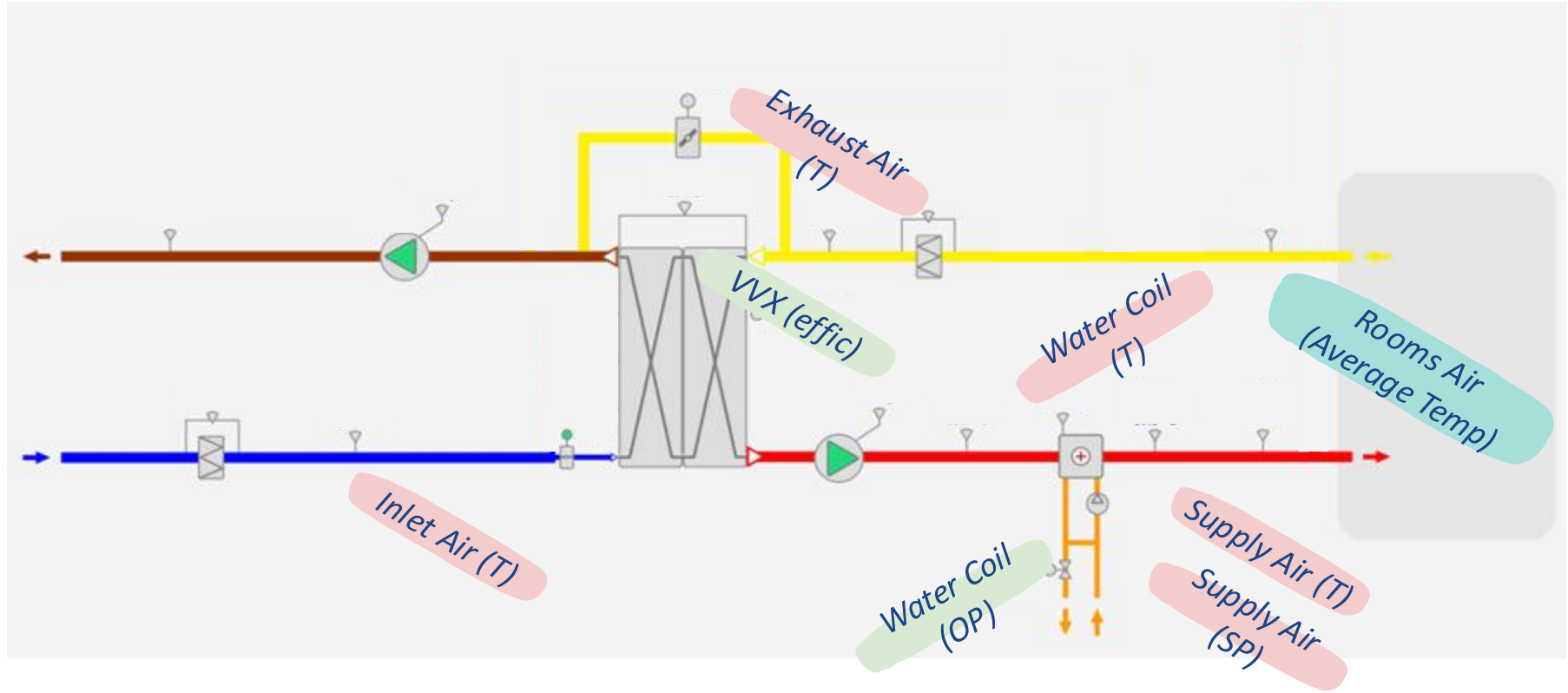
Hitta anomalier

- Vilken byggnad skiljer sig från de andra?



Förutsäga rumstemperatur

Input och output:

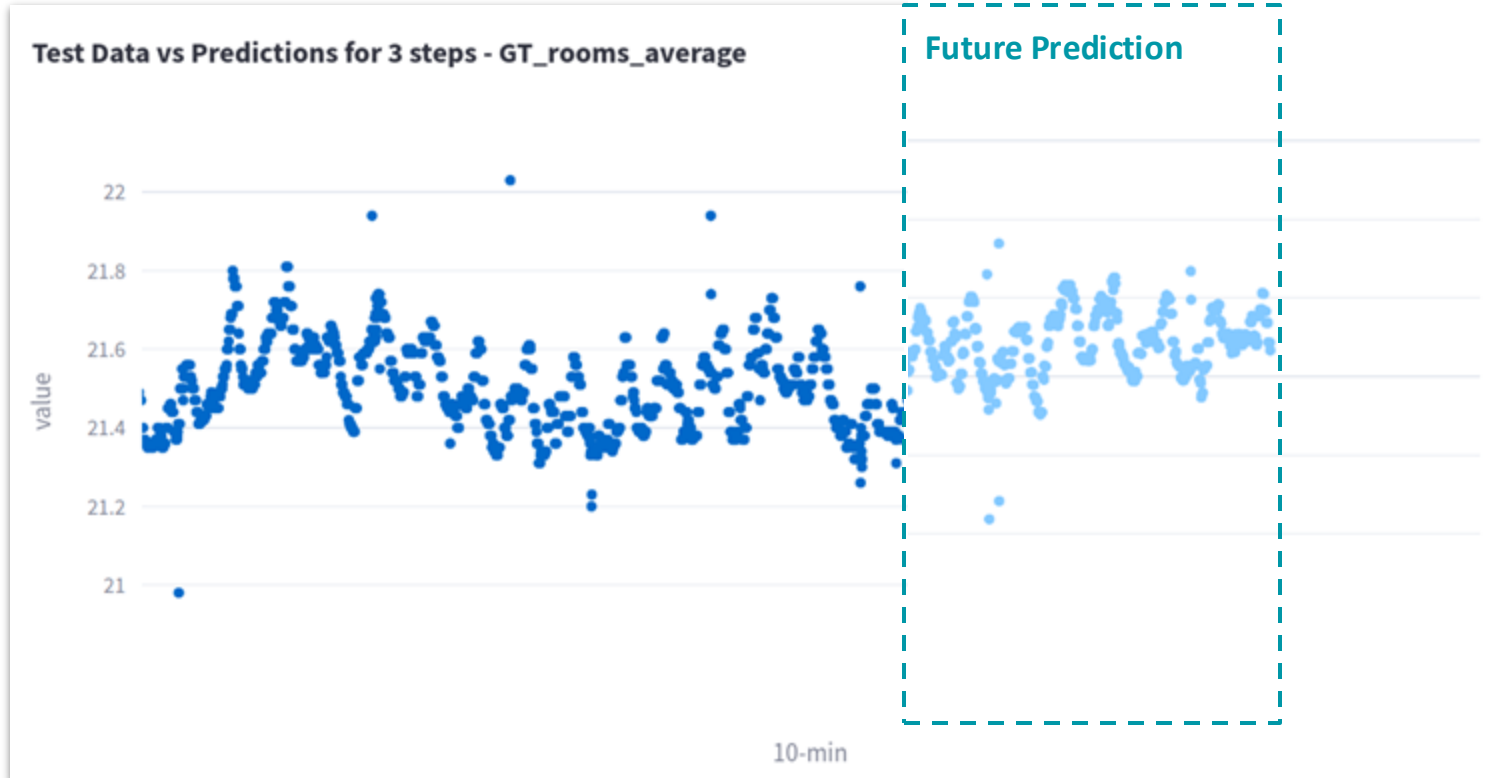


Maskininlärning

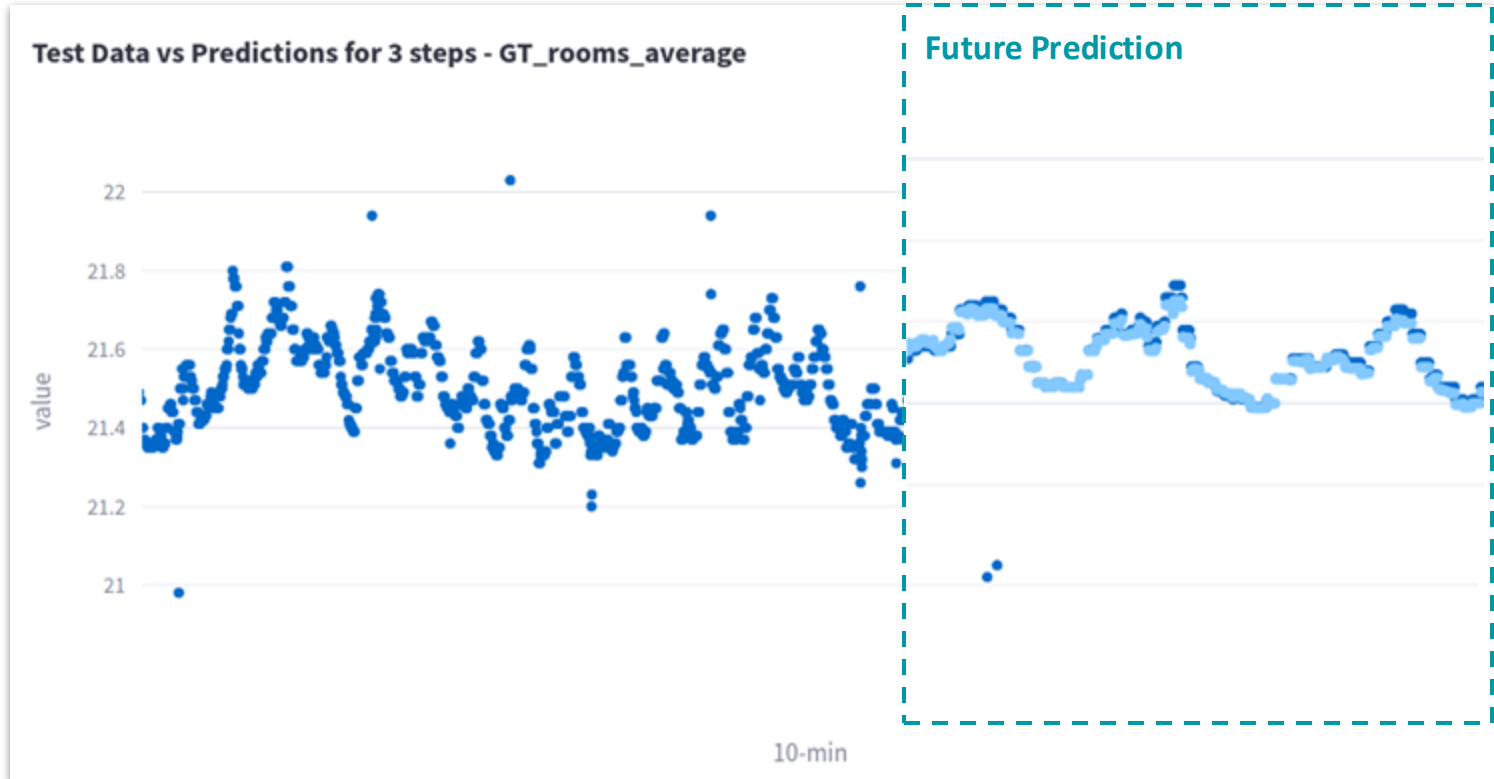
- Träna en prediktiv modell från inputvärden till outputvärden



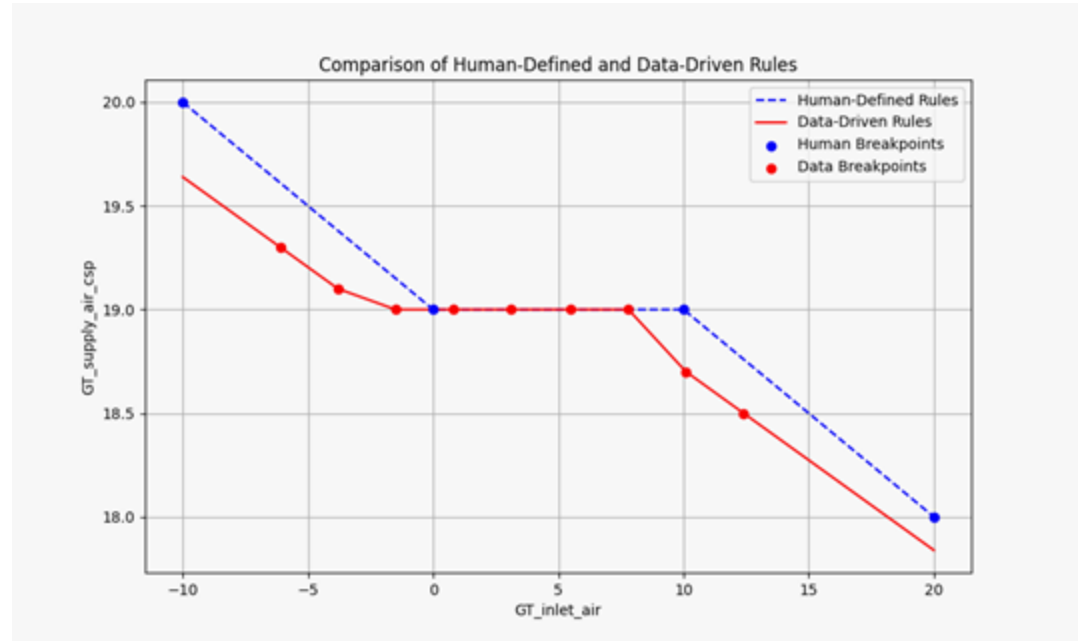
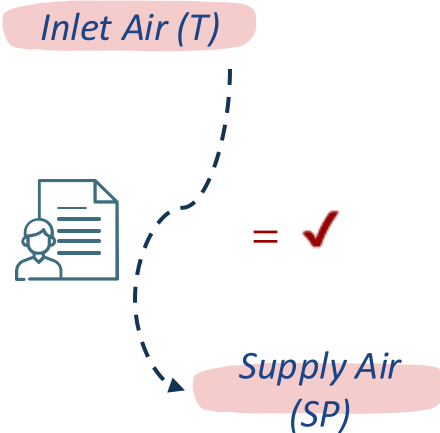
Förutsäga rumstemperatur



Förutsäga rumstemperatur



Inlärnning av regleringsstrategier

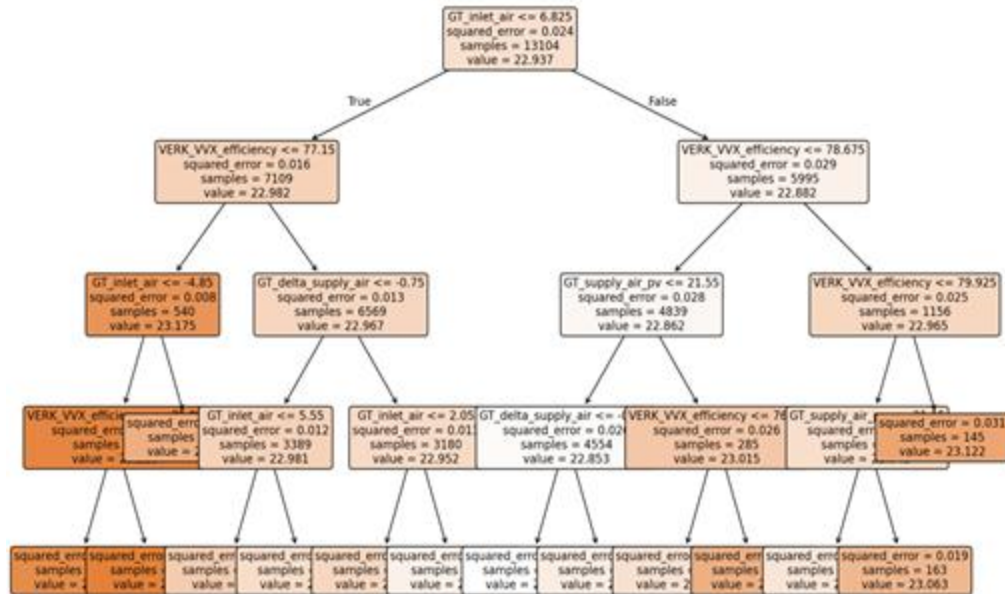


- Inlet Air (T)*

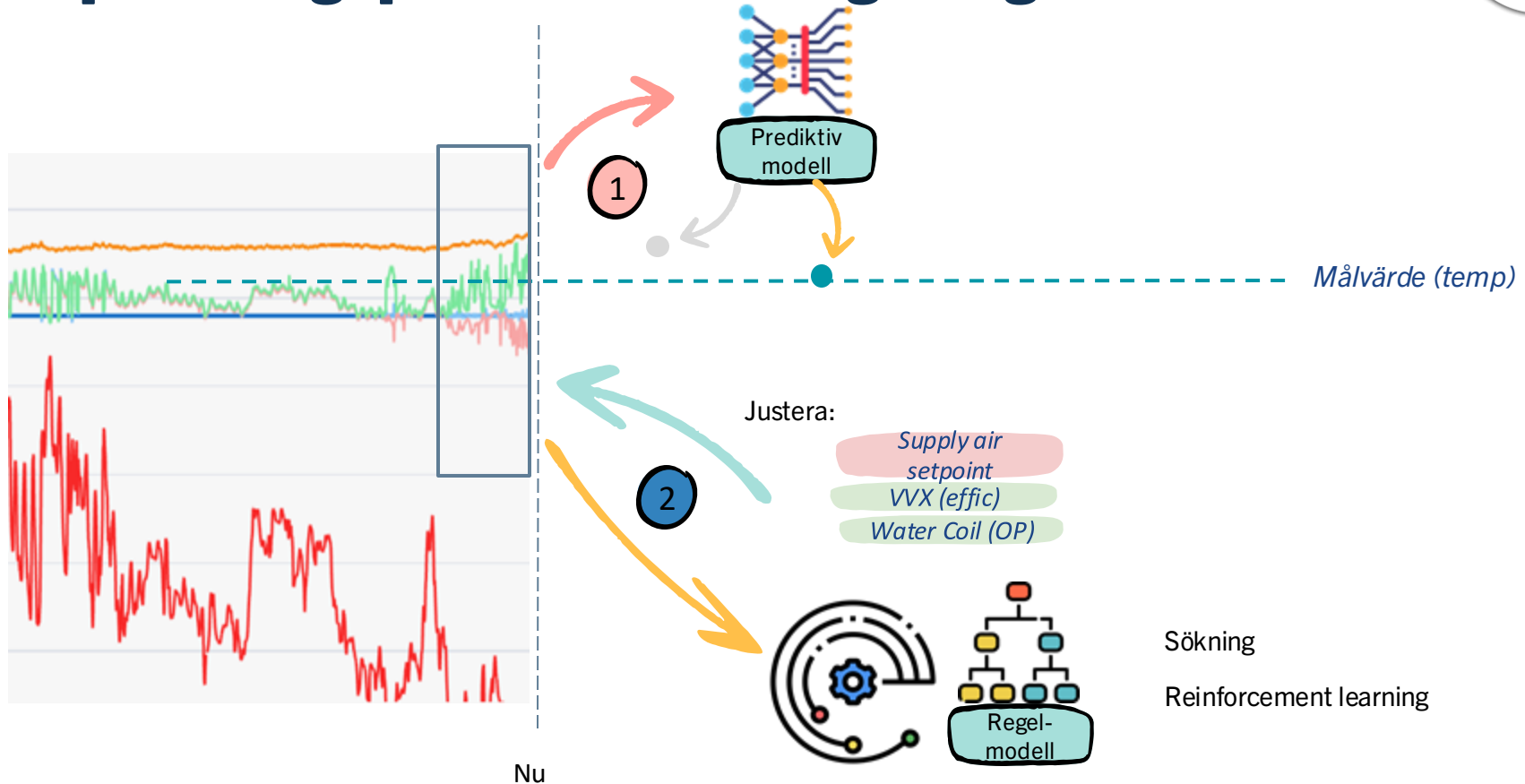


= ✓

Supply Air
(SP)

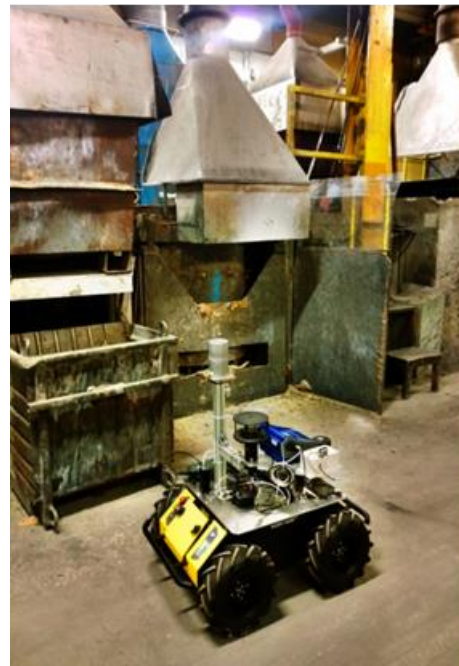


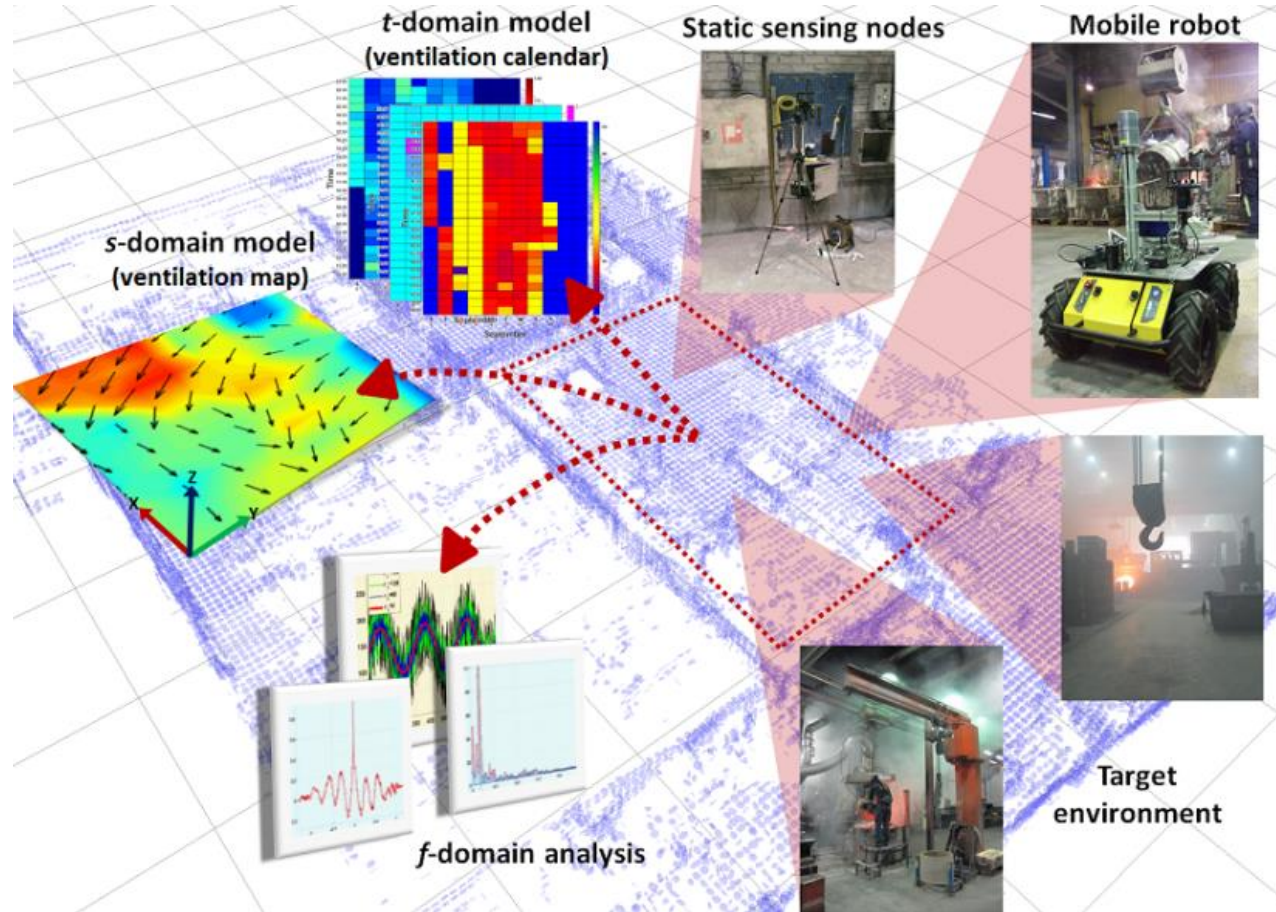
Optimering: prediktion och reglering



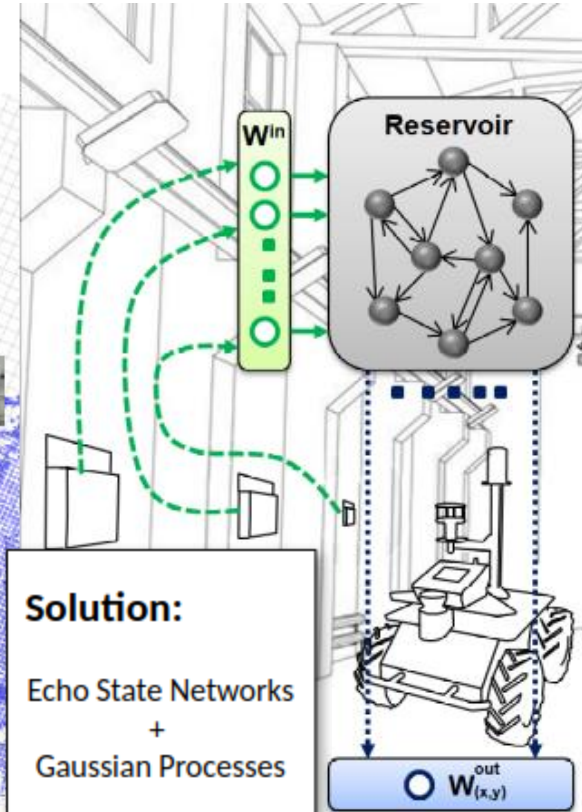
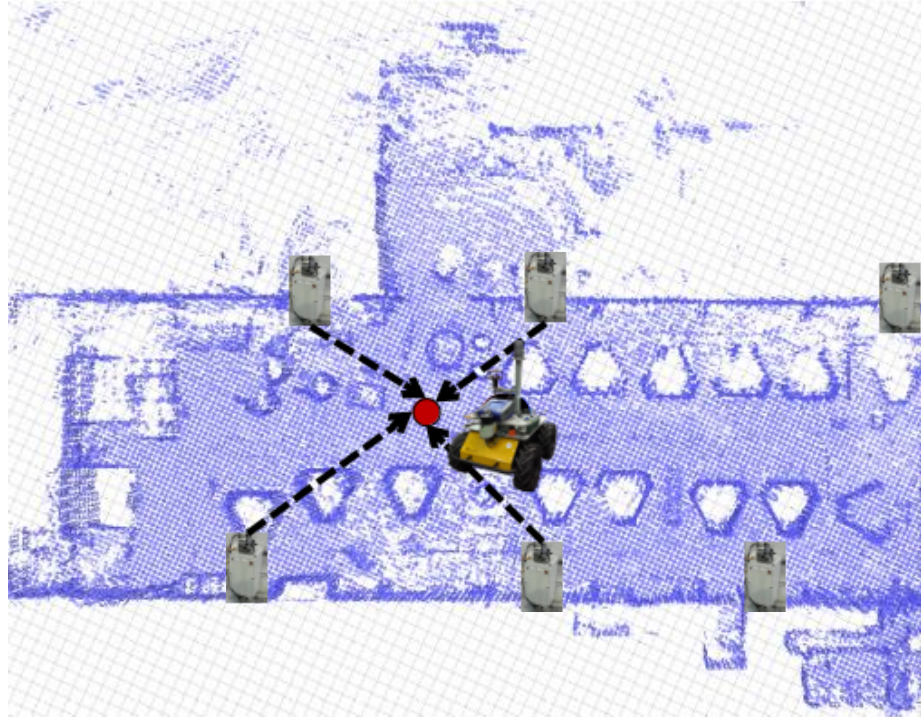
"Väderkartor" inomhus

- Kombinera mobila och stationära sensorer för **spatialt och temporalt täta mätningar**: damm, gaser, luftflöde, temperatur, fukt
- Nya exponeringsmodeller för arbetare som kombinerar metoder från arbetsmedicin och robotforskning

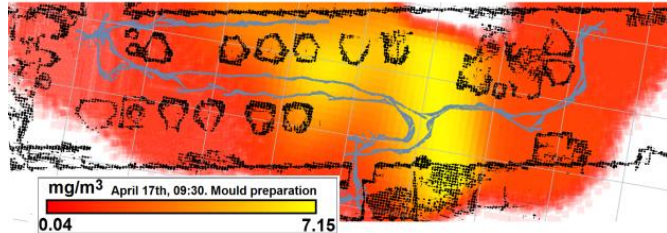
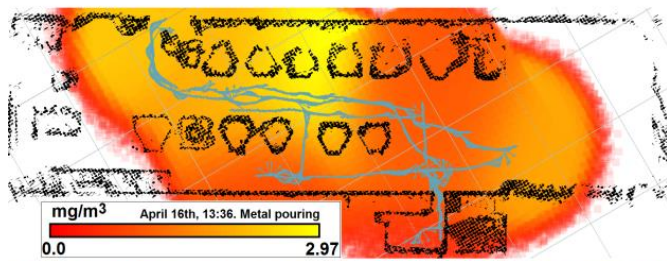
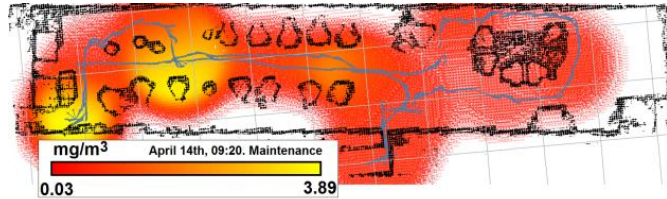
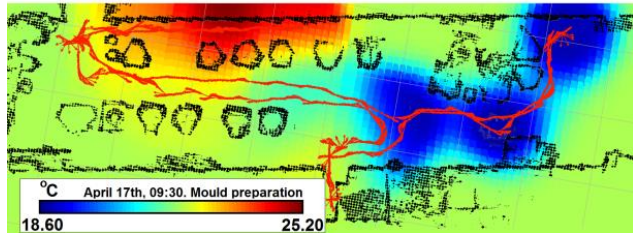
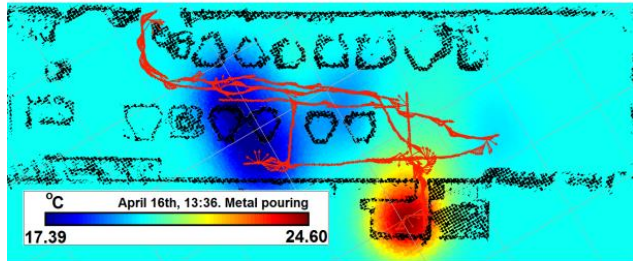
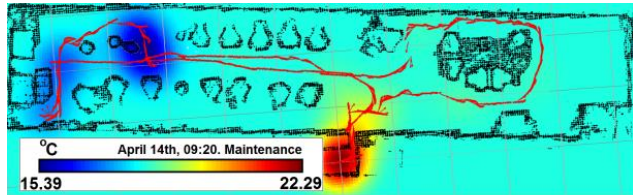




Kombinera stationära och mobila mätningar

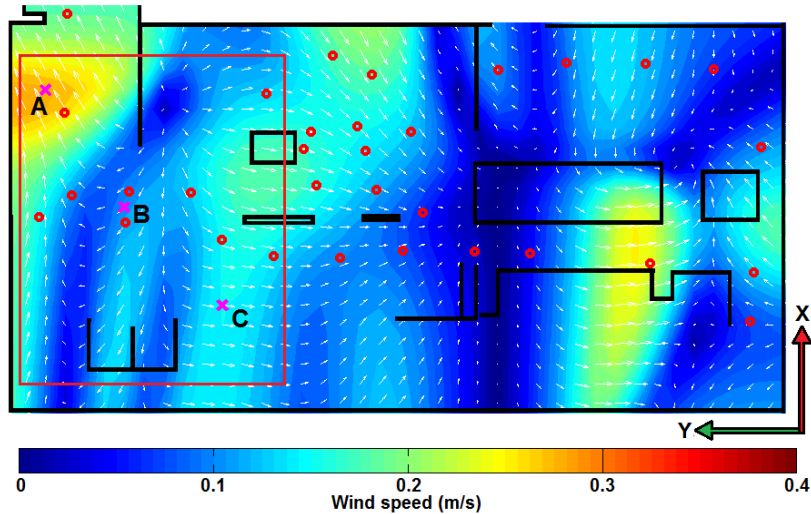


Mönster: var och när är partikelhalten farlig?

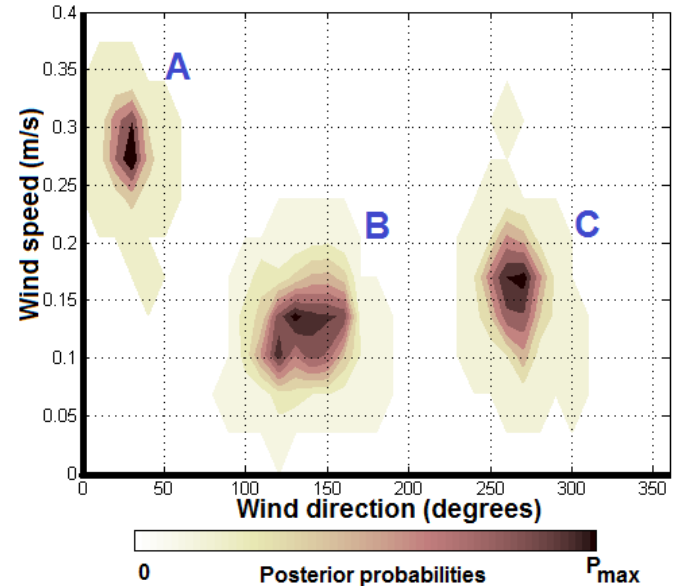


Ventilationskaraktärisering

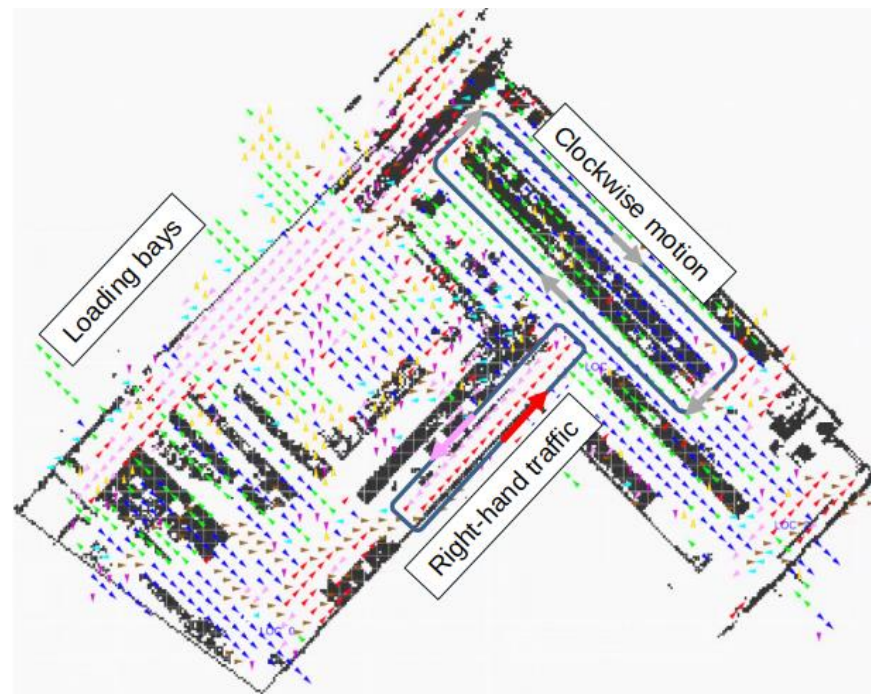
Hur är luftflödena *egentligen*?



Turbulenta och laminära flöden

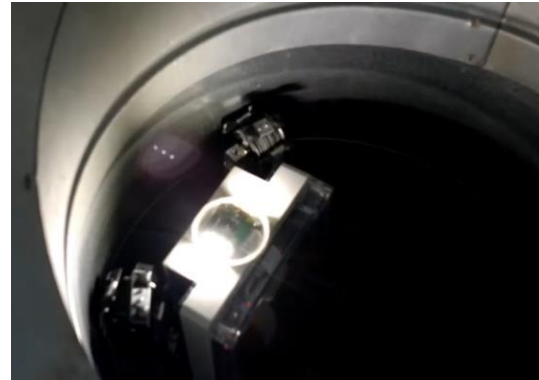
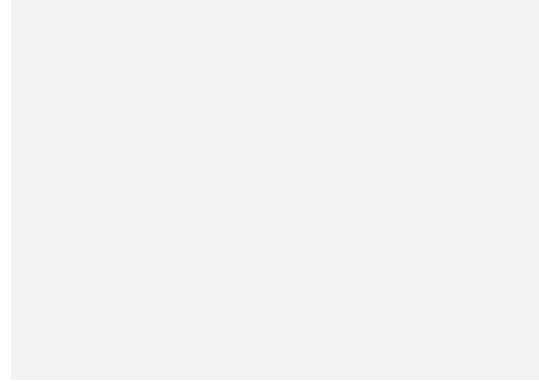


Rörelsekartor: hur rör sig folk?



Spaning: robotar för inspektering av rör

- Konsortium med Uni Liverpool och Twente
- Inspektion av rör (kraftverk, hamnar, byggnader): korrosion, sprickor, läckor, etc.
- Ny robotplattform som klarar komplicerade rörledningar
- Prediktiv modell: utgå från befintlig ritning och materialmodeller, prognos för vilka delar som behöver underhåll
- Interaktion med naturligt tal
- Komplettera med "in situ" data för att uppdatera modellen, modellen föreslår var det är intressantast att mäta



Summering



- "Temporal" AI: analysera tidsserier, prediktera
- "Spatial" AI: intelligenta 3D-modeller av vad som finns i en byggnad
- Spatiotemporal AI: modeller för att visa och prediktera *var, när och hur* saker sker
- Robotik och fysisk AI: skapa bättre modeller utan manuellt arbete, automatisera underhåll, robotar för att bygga och riva
- **Vad skulle du vilja göra med en intelligent robot i din fastighet?**