



# Praemostro

## Forudsigelse af patientflow i akutmodtagelser

En AI-drevet løsning

---

Troels Martin Range, Cand.Scient.Oecon, Ph.D.

Mikkel Brabrand, MD, Ph.D.

FAM, OUH

# Praemostro:

- Mikkel Brabrand
- Akutmedicinsk overlæge og
- Professor i akutmedicin
- Troels Martin Range
- Matematik-økonom og
- Ph.d. i operationsanalyse

# Hvorfor lave forudsigelse af antal patientankomster?

Travlhed

=>

Risiko for patienterne



Travlhed

=>

Udbrændt personale



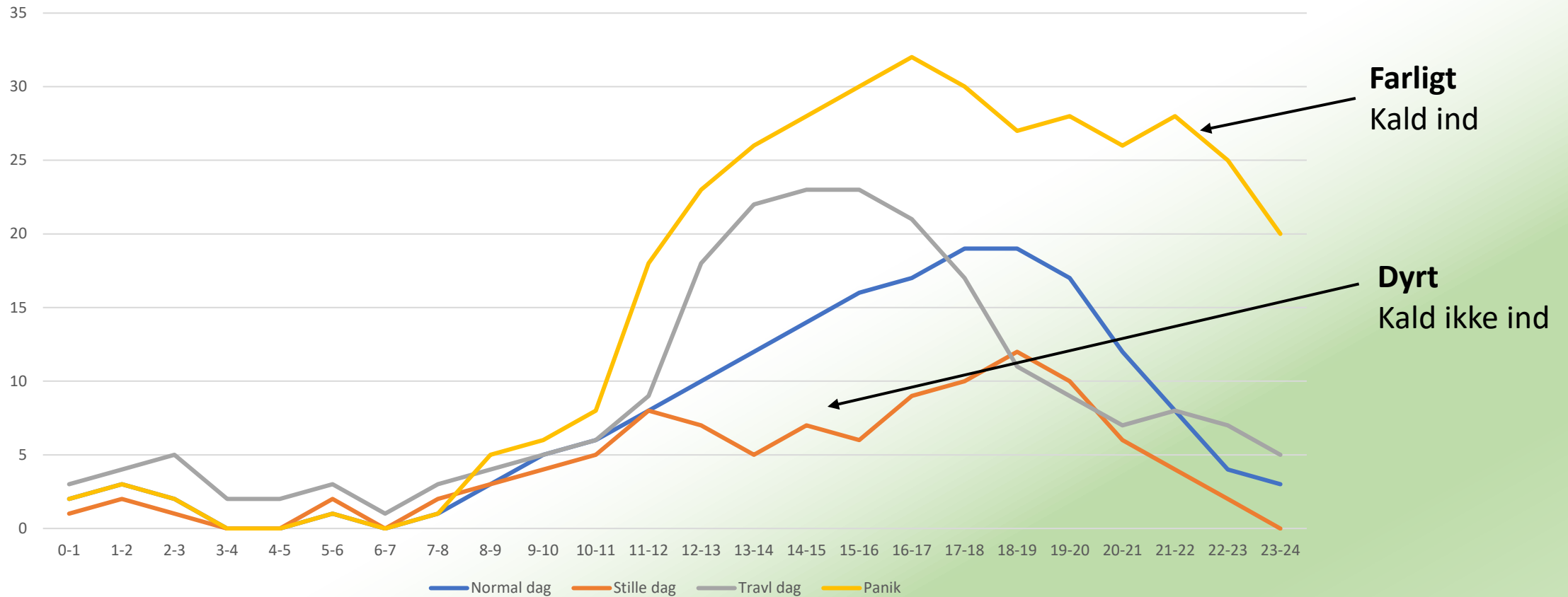
Stille perioder

=>

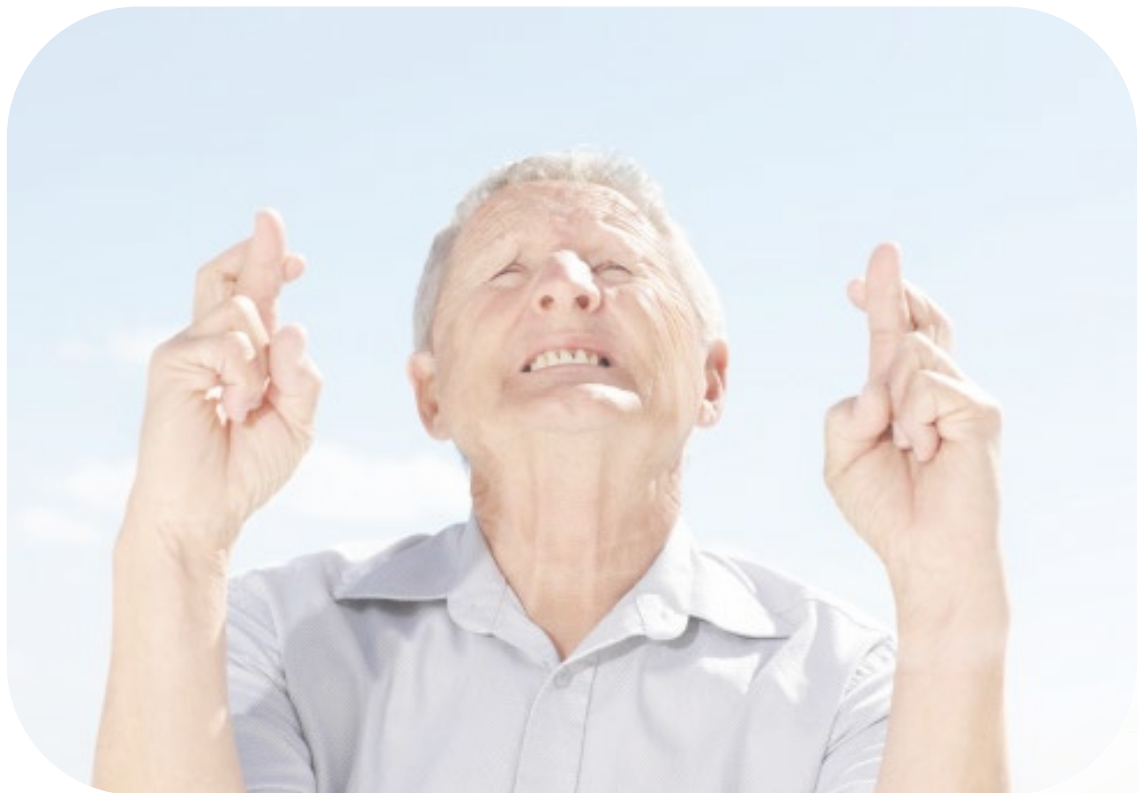
Overkapacitet



# Så hvad er det vi taler om?



# Hvad gør man i dag?



$$SMA_{k,prev} + \frac{1}{k} \left( p_{n+1} - p_{n-k+1} \right)$$

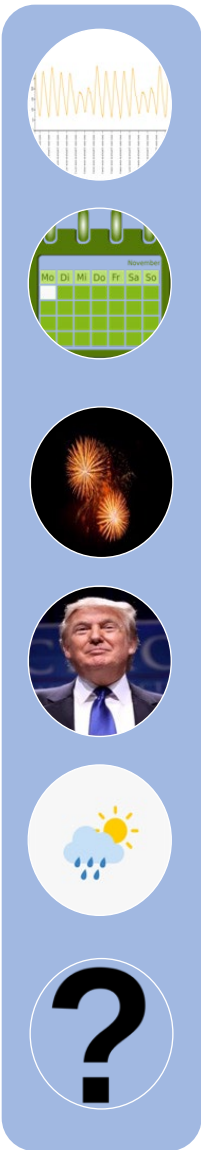
# Prædiktion af antallet af patientankomster

- **Formål**: at lave et korttids-forecast for antallet af patienter, der ankommer til FAM OUH.
- **Hvordan**: ved at bruge en række tidsserier af data, som input til en machine learning model, kan der laves et forecast.
- **Udfordring**: tidsserie data er ikke altid nemme at få uden at der er et tidsmæssigt lag.

Hvad gør vi så?

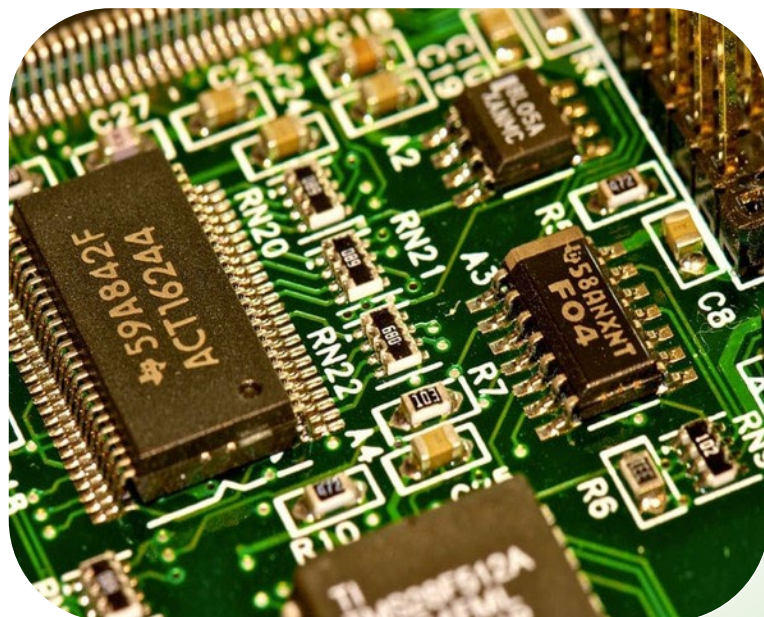


# Input



# Model

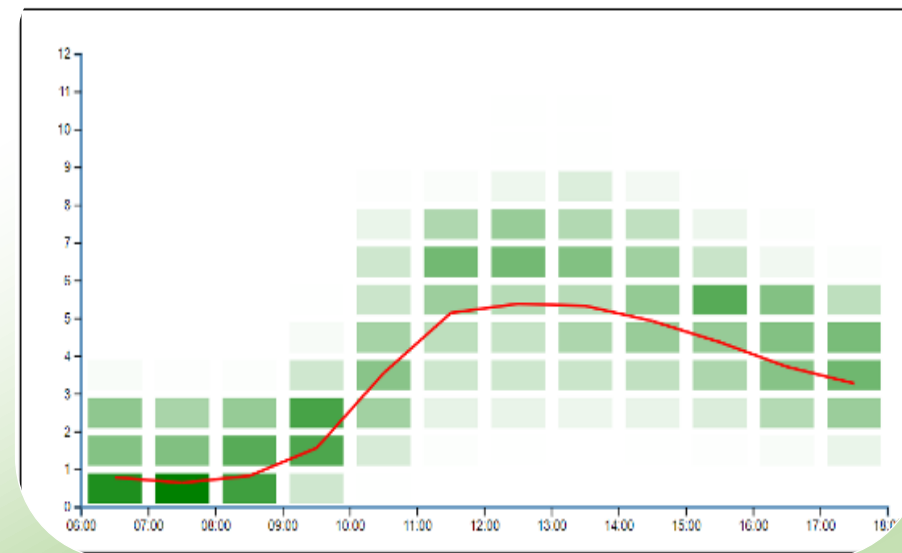
Variant af et neuralt netværk



# Forecast

Dashboardvisning

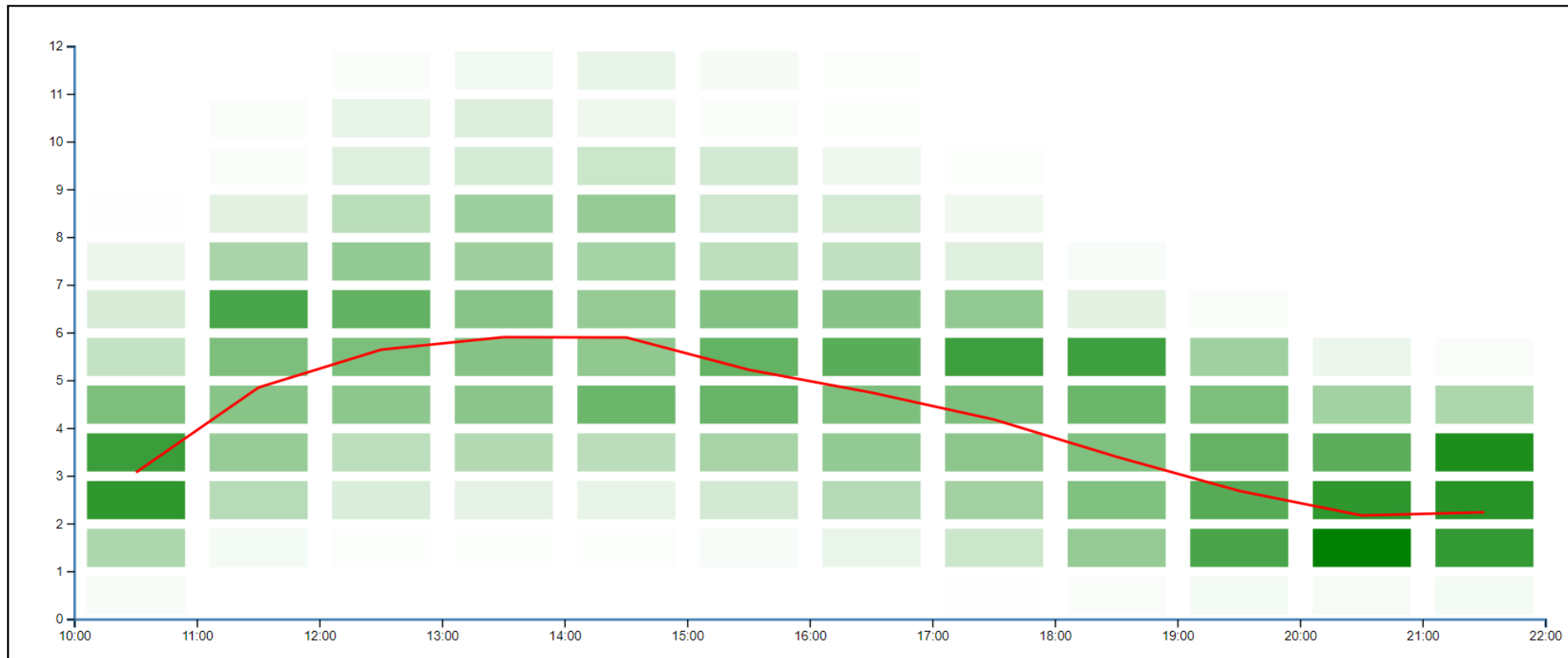
Årens forecast diagram (12 timer frem)





# Forventede antal ankomster og sandsynlighed for antal ankomster.

Frekvens forecast diagram (12 timer frem)



# Teknisk

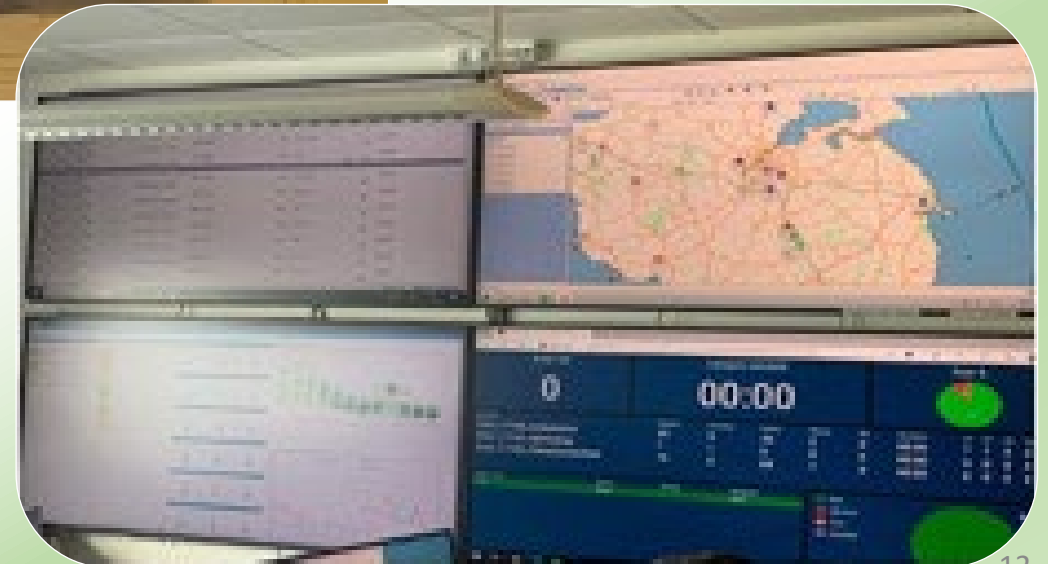
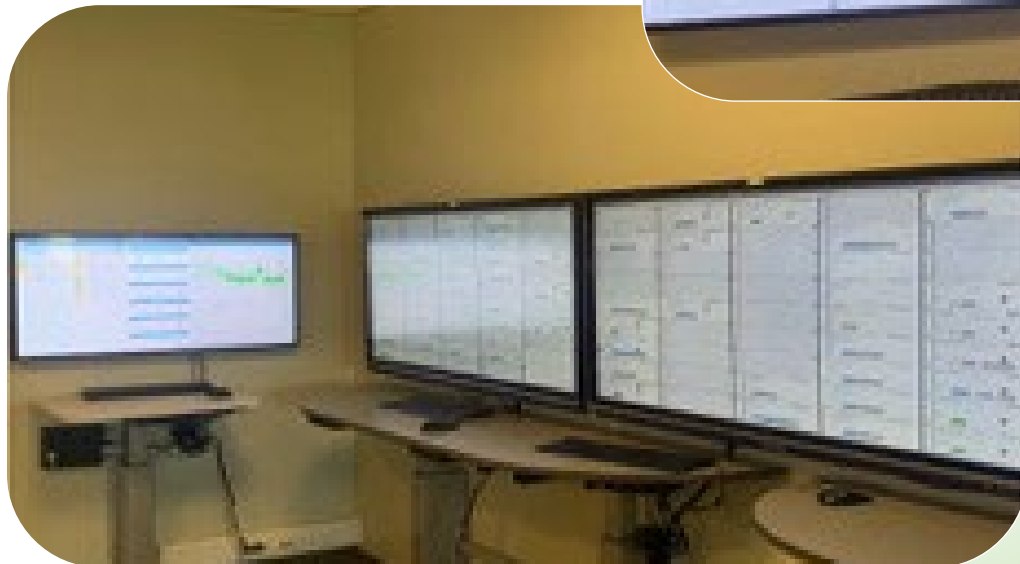
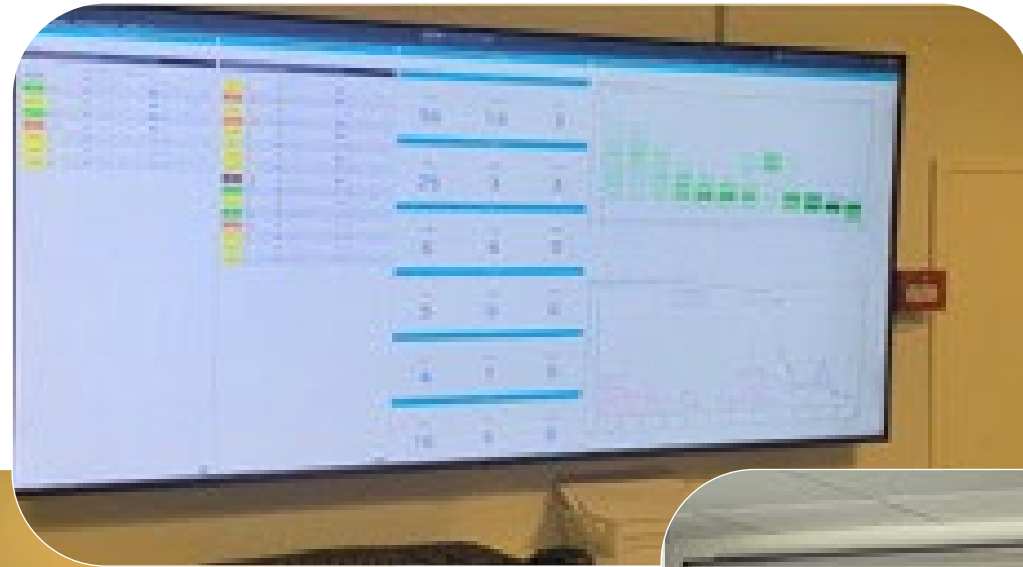
- Projektet er opbygget som en række micro-services, der arbejder sammen for at opnå et forecast, herunder:
  - Modul til løbende indhentning af data.
  - Modul der kan lave et forecast fra de seneste indhentede data.
  - Modul der visualiserer forecast'et og gør det tilrådighed via en URL.

=> Robusthed og nemt at ændre (så længe man følger API'et).

- Machine Learning modellerne er udviklet i C++ og anvender libTorch, som machine learning engine. <= Udbredt ML-library, som kan parallelisere træningsprocessen.
- Front-end delen er udviklet i NodeJS+ExpressJS. => Nemt at indlejre i kliniske logistik systemer, da de fleste (hvis ikke alle) kan vise en html-side.

Hvordan bruges det?

Forecast'et er indlejret i Cetrea-skærme på FAM OUH



# Hvordan bruges det af afdelingen?

- Når der er sygemeldinger, så bruges forecast'et til at vurdere om det er nødvendigt at indkalde personale. => Her ligger der en besparelse for afdelingen, samtidig med at personalet ikke bliver kaldt unødigt ind.
- Løbende kapacitets-vurderinger og prioriteringer, eksempelvis; er vi nødt til at flytte og udskrive patienter for at der er plads til dem der kommer. => Forbedrer flowet af patienter, da man proaktivt kan agere inden crowding opstår.
- Til vurdering af, hvornår det er smart at hvile eller lave andre opgaver. => bedre prioritering af personalets tid.

Kan vi så ramme?

# Præcision

## Observation om forecasting:

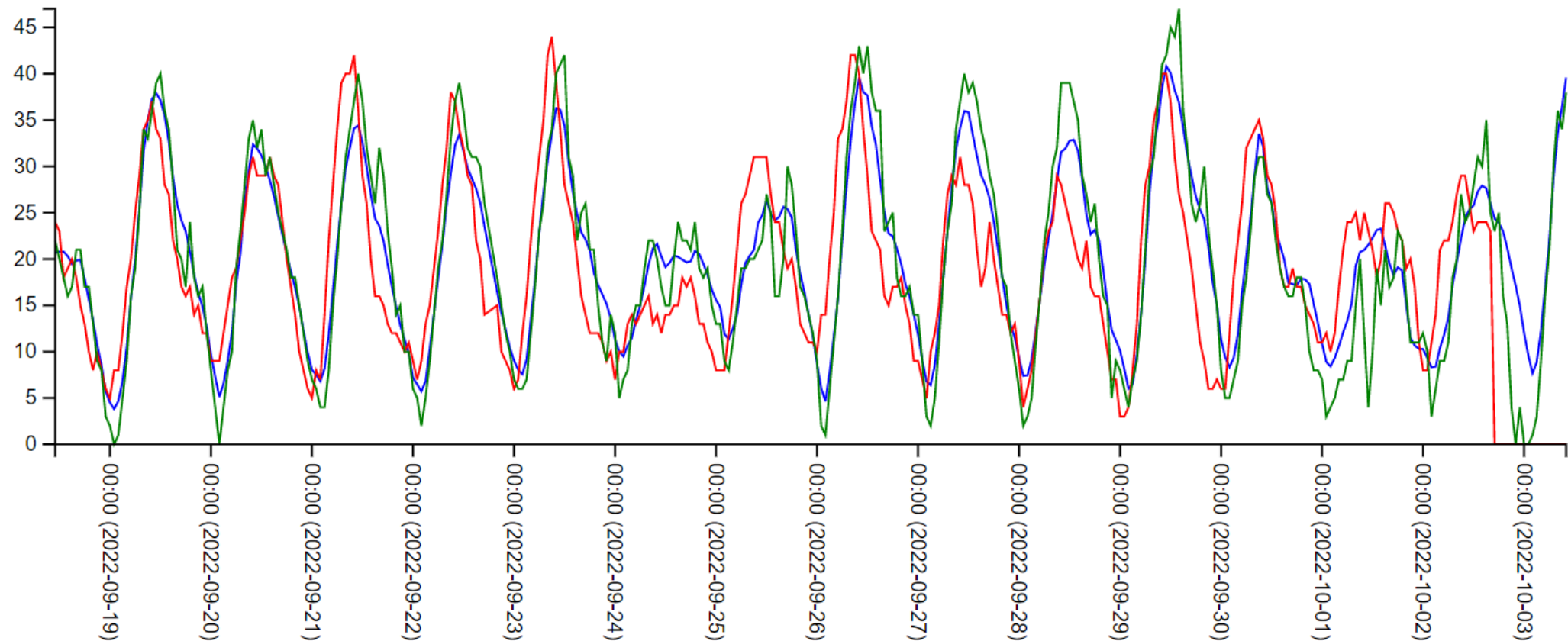
- Forecasting's første lov: "Forecasts rammer altid ved siden af"
- Det interessante er, **hvor meget rammer de ved siden af!**

## Vi har målt på hvordan vi rammer:

- For FAM OUH rammer vi +/- 1 patient per time over en 8 timers periode i 95% af tilfældene. **<= Hvad afdelingen kan absorbere uden problemer.**
- Mean absolute scaled error (MASE) på 0.7, hvilket vil sige, at når man sammenligner vores forecast med det naive forecast, så er fejlen i vores forecast 70% af det naive forecast. **<= På niveau med state-of-the-art i forskningslitteraturen for området.**

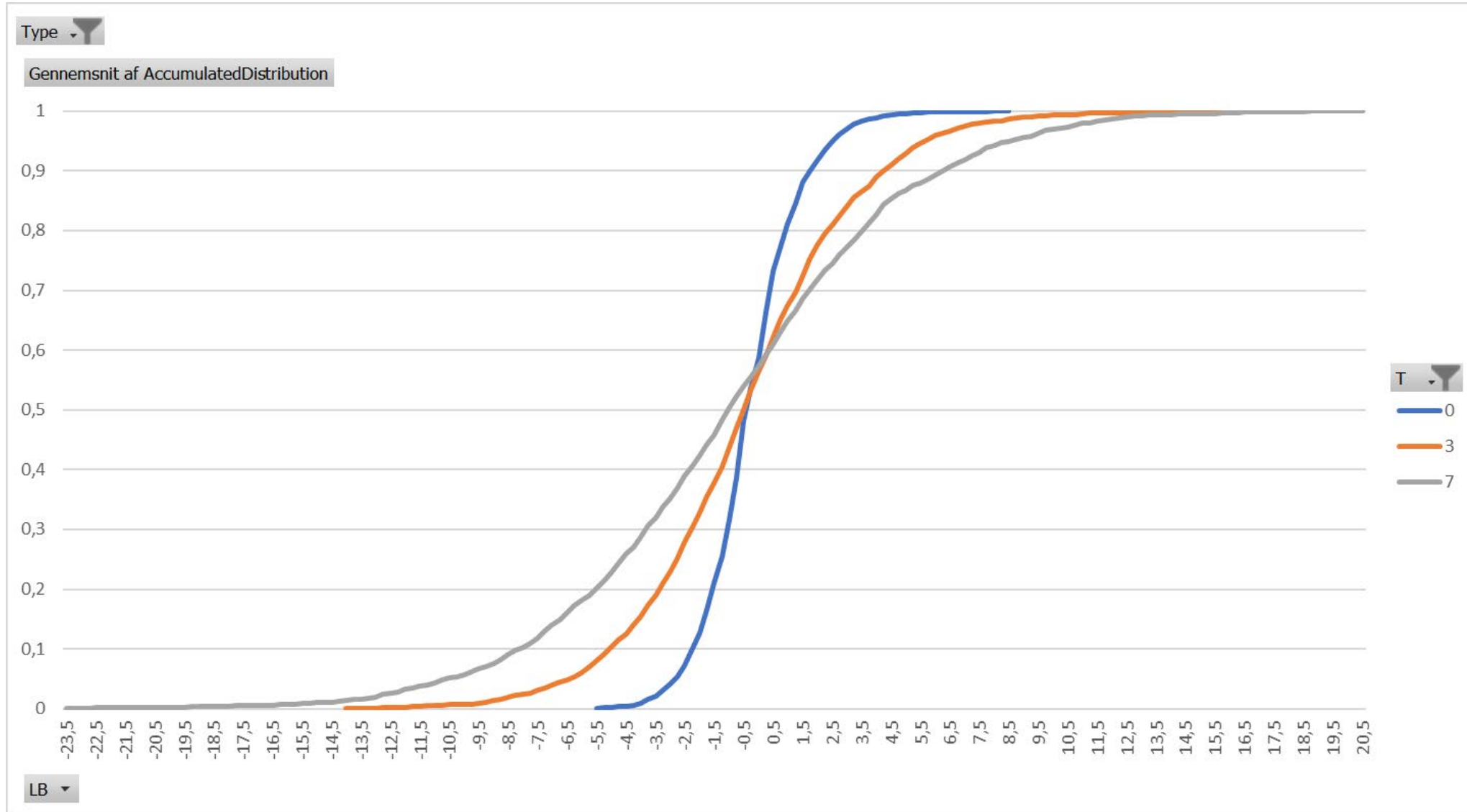


# 8 timers aggregeret forecast vs. 8 timers faktiske ankomster.



- Rød:** sum af faktiske ankomster over 8 timer
- Blå:** sum af middel forecast over 8 timer
- Grøn:** sum af mest sandsynlige udfald over 8 timer

# Hvor stor er fejlen i middelværdien?



Fremadrettet

# Hvor har vi opnået støtte til projektet?

Region of  
Southern Denmark



OUH  
Odense  
University Hospital

BETA HEALTH®



Innoexplorer



# Modning og skalering

- Projektet er i gang med at blive skaleret, så det kan håndtere mange forecasts for flere forskellige enheder.
- Videreudvikling af design og front-end i samarbejde med brugerne (vi holder løbende workshops, hvor vi tilpasser i forhold til det, som brugerne får mest ud af).
- Standardisering af forecasts, tidsserier og modeller.
- Og ikke mindst, sikkerhed i håndtering af data (såvel lagring som flow af disse).

# Hvis du vil vide mere:

- Artikel i ugeskrift for læger:  
<https://ugeskriftet.dk/nyhed/akutmediciner-bag-software-der-forudser-travlhed-det-er-con-amore-lidt-fri-forskningstid-og>
- Indslag i TV2Fyn: <https://www.tv2fyn.dk/nyheder/15-09-2023/1930/1930-15-09-2023?clip=7f87adbf-7c53-4333-9cd7-dacc9a7c50be>
- Kontakt:
  - Troels Martin Range, [troels.martin.range@rsyd.dk](mailto:troels.martin.range@rsyd.dk)
  - Mikkel Brabrand, [mikkel.brabrand@rsyd.dk](mailto:mikkel.brabrand@rsyd.dk)

Tak for at I lyttede.