

Temperaturefterbehandling på kort tidsskala

Robin Isaksson

Kort om min bakgrund

- Kandidat & Masterprogram i fysik Meteorologi, 2013-2018
 - Examensarbete om AI på SMHI
- SMHI, 2018-
 - Utvecklare och meteorolog



UPPSALA
UNIVERSITET

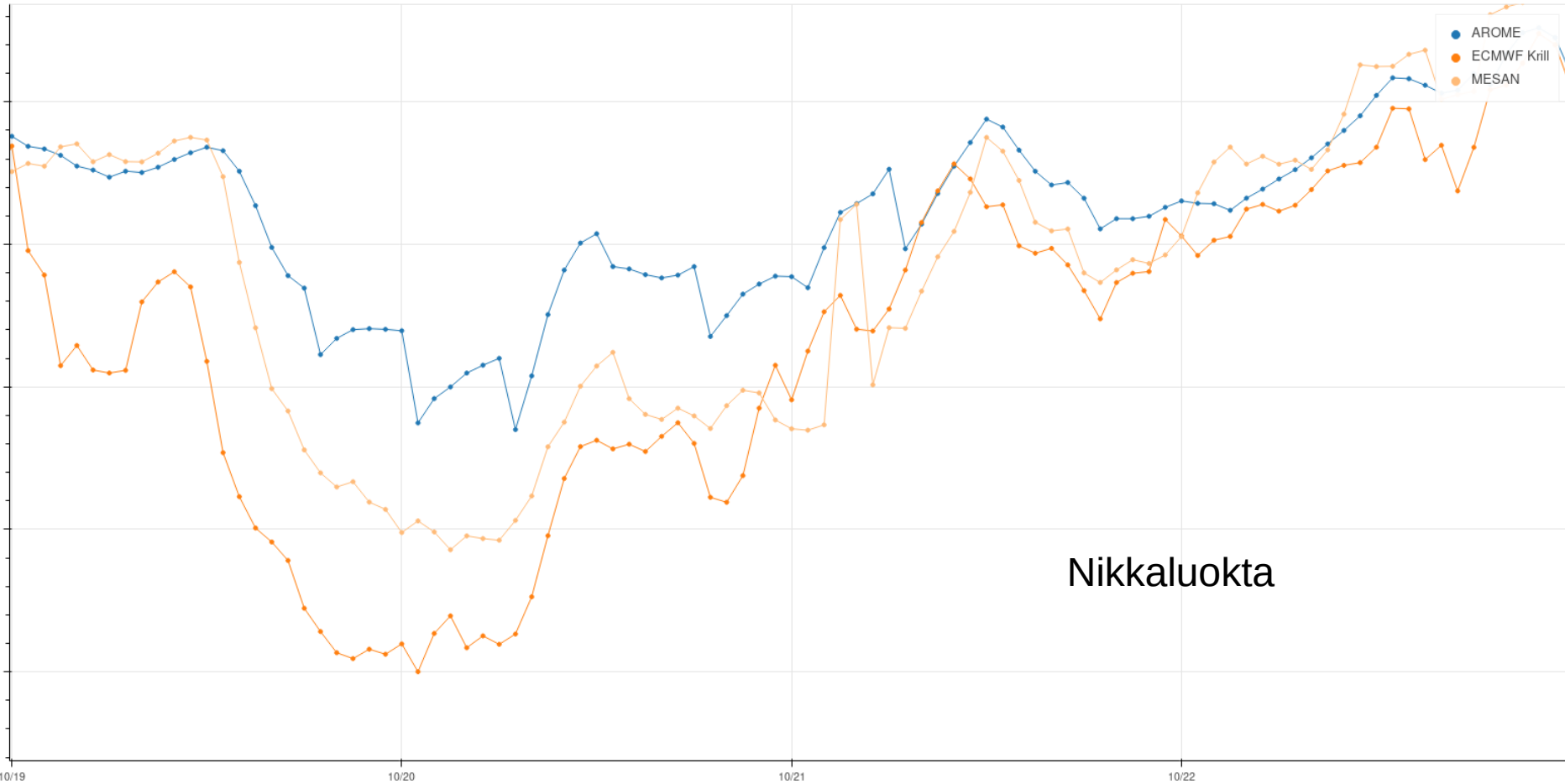
Innehåll

- Varför efterbehandling?
- Kalmanfilter, nuvarande efterbehandling
- Blending, Mesan-Arome, VARM
- AI, tidigare arbete
- AI, vad är på gång?

Varför efterbehandling?

Varför efterbehandling?

Modellutforskare för stationer



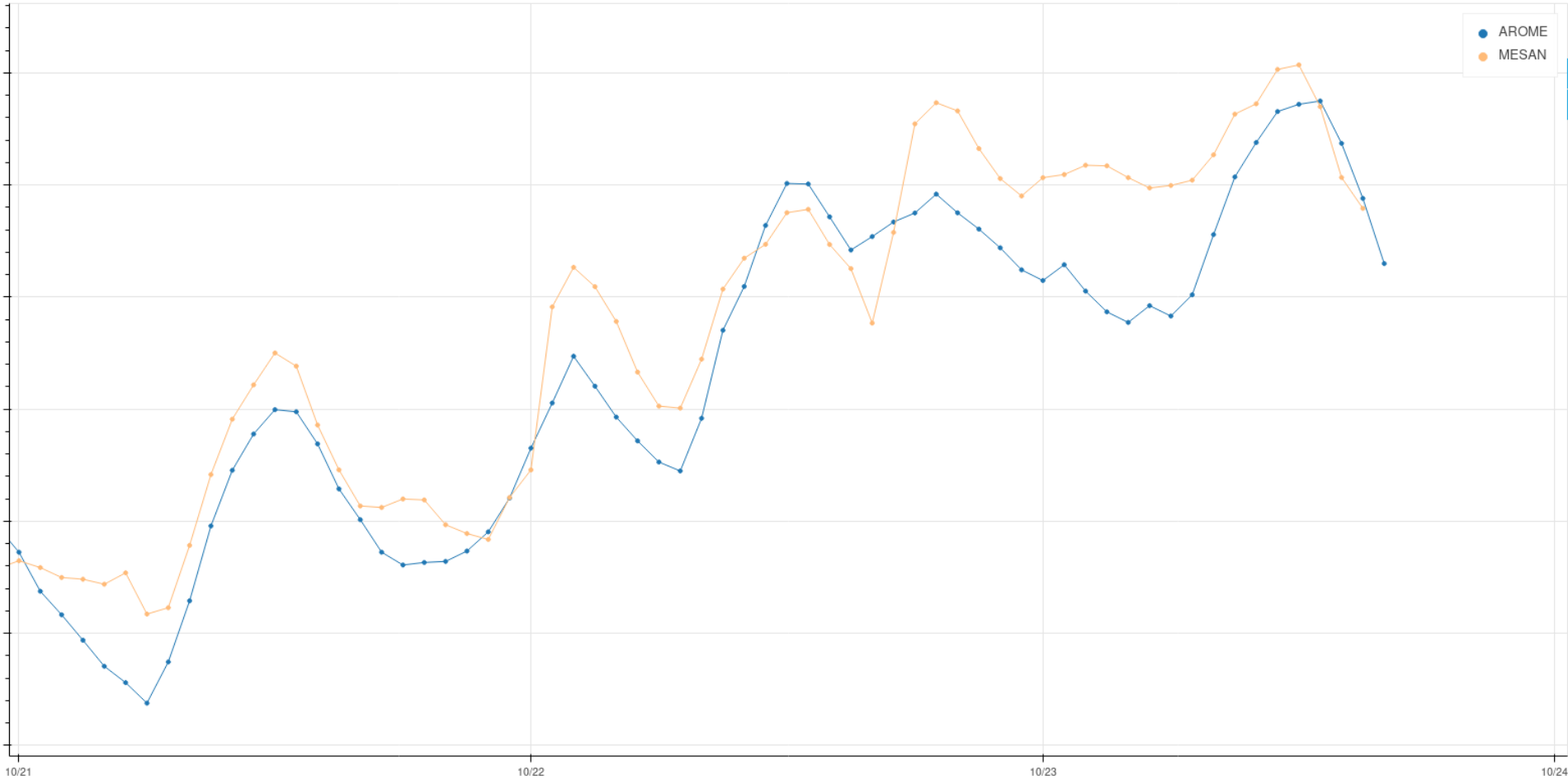
Nikkaluokta

Kalmanfilter

- Metod från ca 1960 för att korrigera brusiga mätningar med hjälp av en matematisk modell. Användes av bl.a. styrdatoren på Apollo 11.
- Elektroniska givare är ofta brusiga, typisk korrektur.
- "Omvänd" användning på SMHI, korrigera en "brusig" modell med hjälp av mätningar.

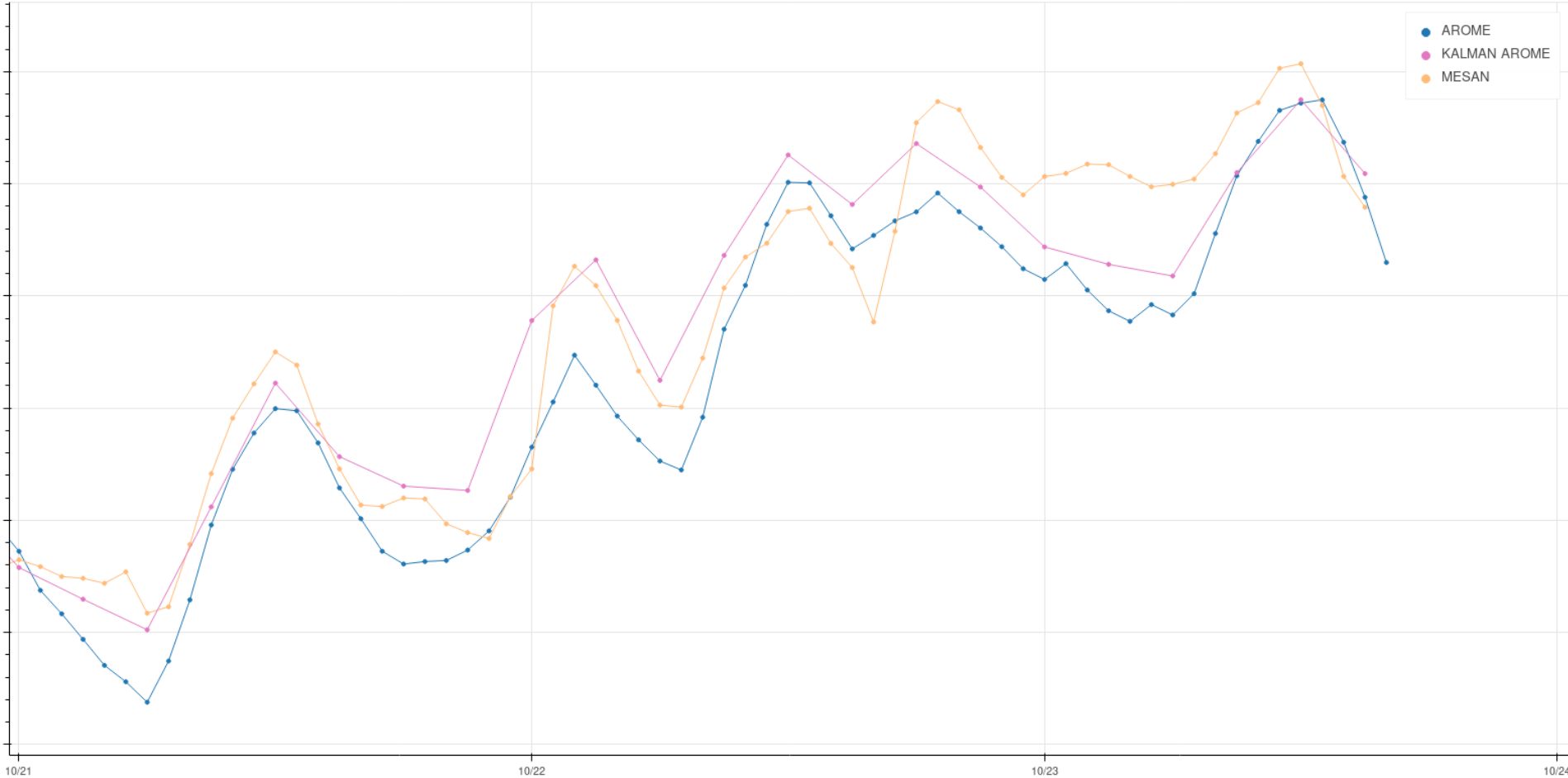
Kalmanfilter

Modellutforskare för stationer



Kalmanfilter

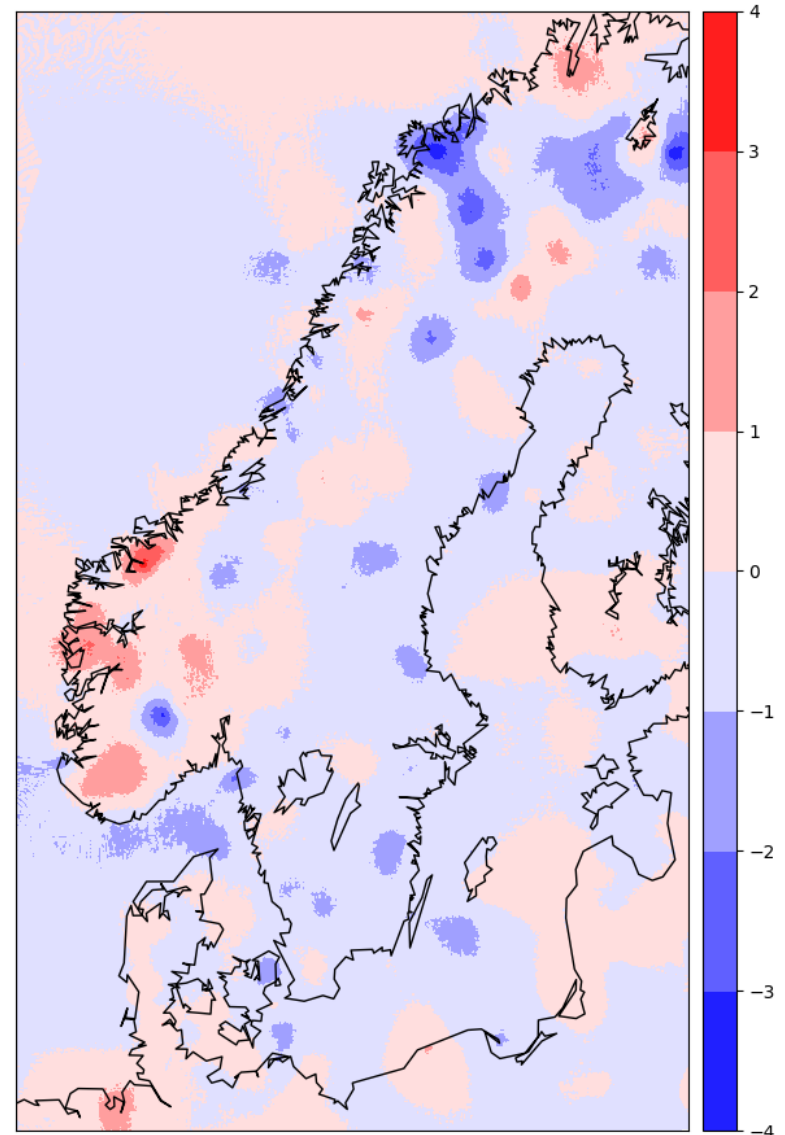
Modellutforskare för stationer



Kalman Arome differens 2019-10-20 00:00

Kalmanfilter

- Kalmanfiltret kan egentligen bara användas där observationer finns
- Genom att uppskatta att felet avtar med bl.a. avstånd från stationer kan tvådimensionella fält korrigeras.
- Inte alltid bättre än modell, tar ett tag att "ställa in sig" efter nya väderlägen



Alternativ till Kalmanfilter

- Blending, VARM
- AI/Neuronnätverk

VARM – Viktad ARome med Mesan

- Mesan
 - Beskriver utgångsläget för temperatur
 - Representativ observationer
- Arome
 - Beskriver väderutvecklingen
 - Systematiska fel
- Varm
 - Vikta Mesan och Arome, gör en övergång från analys till prognos.
 - Mer av prognosen består av Mesan de första tidsstegen, sedan alltmer Arome.
 - Förbättring de första timmarna.

VARM – Viktad ARome med Mesan

- Viktar man linjärt rakt av uppkommer bl.a. fasförskjutningar. Andelen av prognosen som består av Mesan "håller kvar" prognosen i tiden något, motsvarande persistence-prognos
- Vad som funkar:
 - Anta att prognosavvikelser från den senaste analysen är systematiska och i någon utsträckning kommer finnas de närmsta timmarna framöver
 - Temperaturutvecklingen från modellen antas trovärdig, även nära i tiden utgångsläget.

$$T_{\text{VARM}} = (T_{\text{MESAN}} + \Delta T_{\text{AROME}}) \cdot w(\Delta t) + (T_{\text{AROME}} - E_{\text{AROME}} \cdot w(\Delta t)) \cdot (1 - w(\Delta t))$$

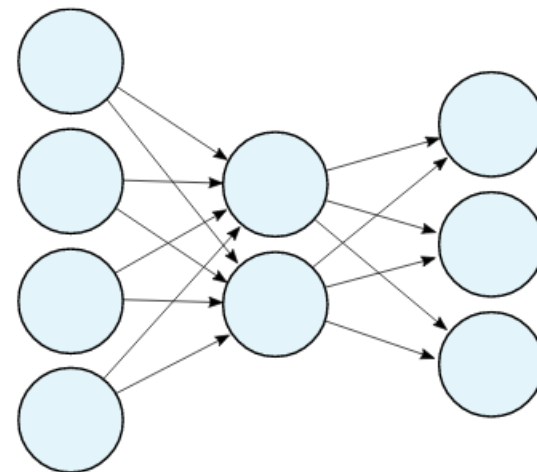
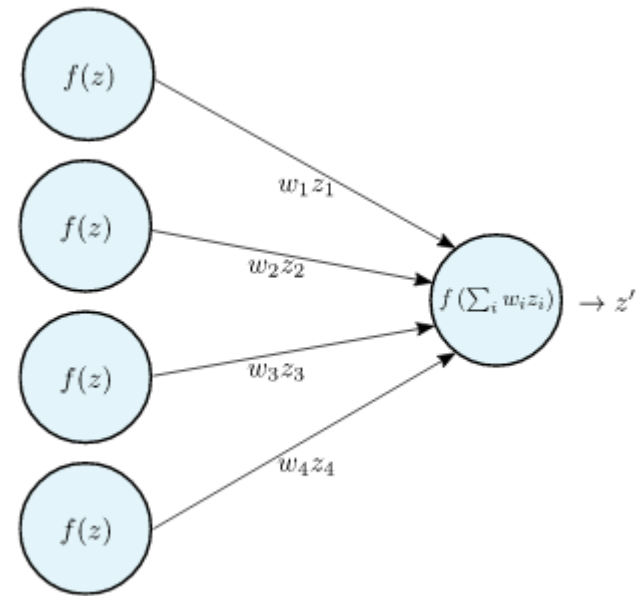
Utgångsläget

Övergång till modell

- Provat ytterligare saker, svårt att få en konsistent och praktisk prognos

Neuronnätverksalternativ

- Examensarbete: Reducering av temperaturprognosfel med djupa neuronnätverk
- En samling av metoder där "neuroner" länkas samman på olika sätt för att skapa ickelinjära modeller som kan "tränas"/anpassas att producera ett önskat resultat
- I praktiken, ofta hundratusentals neuroner
- $f(\mathbf{x}) \rightarrow y$



Neuronnätverksalternativ

- Indata, ECMWF

2-metre temperature

2-metre dewpoint temperature

Temperature at 850 hPa

Temperature at 925 hPa

Sea surface temperature

Surface pressure

Solar elevation

Surface net solar radiation

10-metre U wind component

U component of wind at 925 hPa

10-metre V wind component

V component of wind at 925 hPa

Vertical velocity at 925 hPa

Low cloud cover

High cloud cover

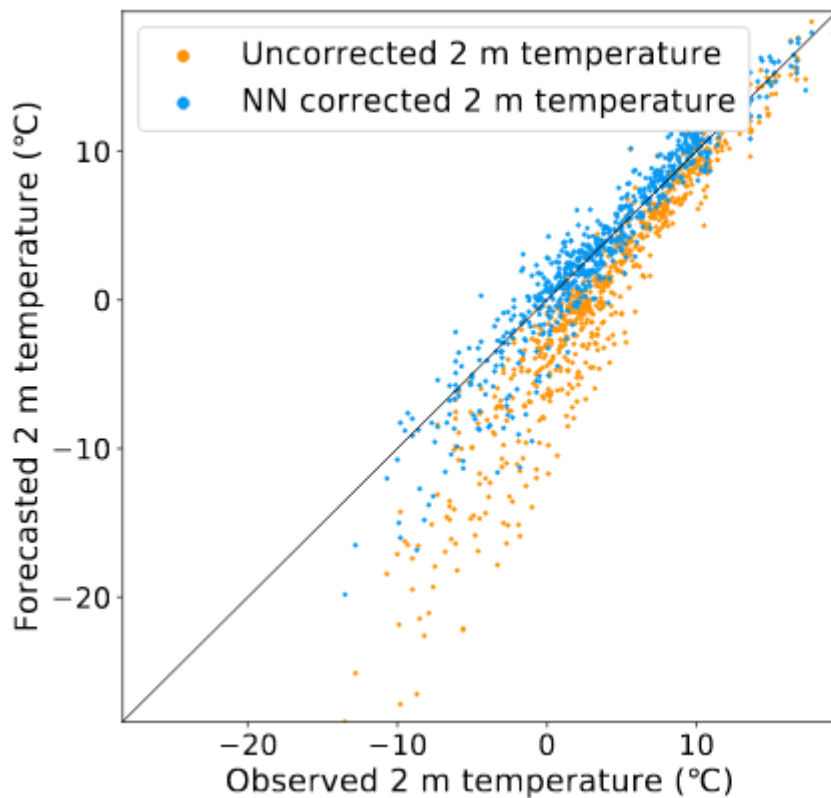
Total cloud cover



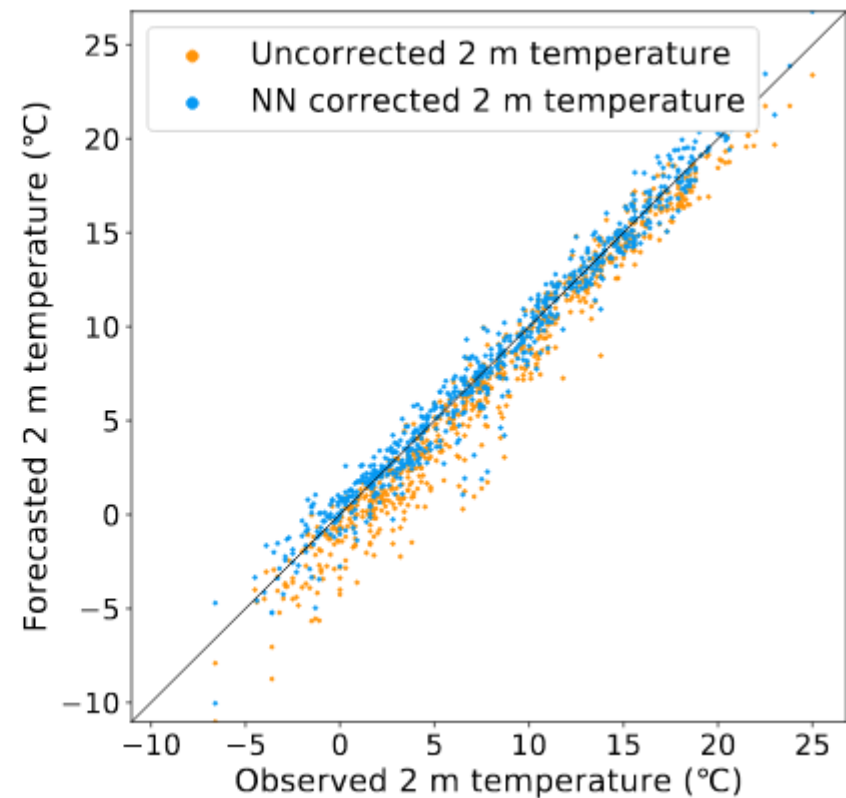
Prognosfel

Neuronnätverksalternativ

Tromsö



Stockholm



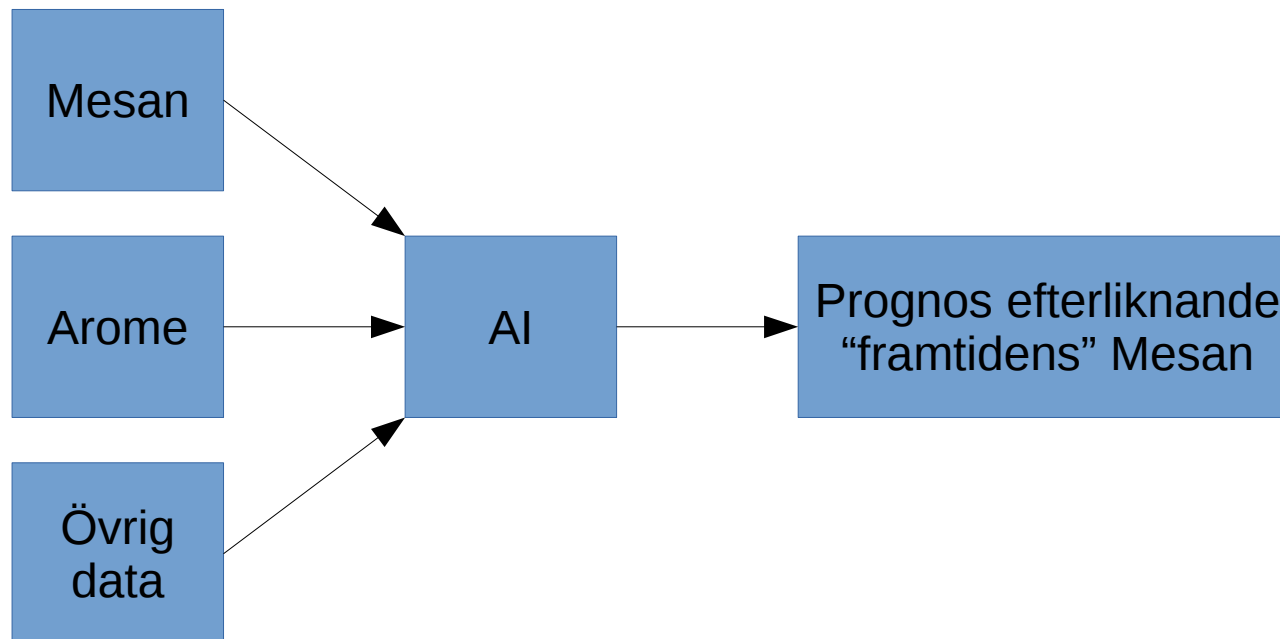
Neuronnätverksalternativ

- Bättre resultat än Kalman, åtminstone för ECMWF
- Här användes ett separat neuronnätverk per station, dyrt beräkningsmässigt
- Hög komplexitet i utveckling och underhållning, stora datamängder, GPU
- Fortfarande bara korrektion där stationer finns.

Station	MSE (°C ²)	
	Kalman	NN
Östersund-Frösön	2.41	2.15
Stockholm	1.81	1.18
Norrköping	1.66	1.33
Landvetter	1.22	1.15
Helsingborg	1.19	0.915
Ronneby-Bredåkra	1.26	1.03
Tromsö	2.83	2.89

VARM AI

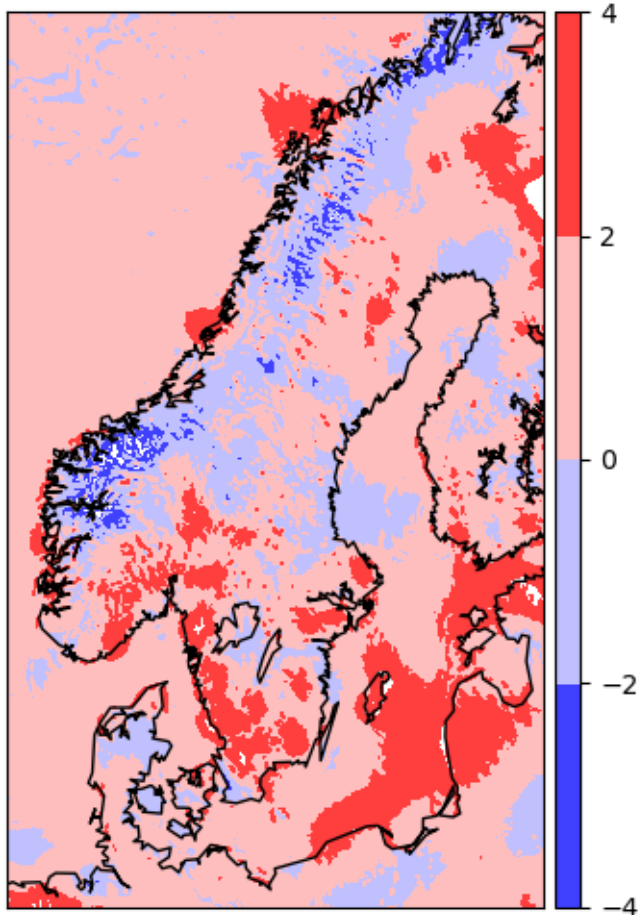
- Istället för att träna mot prognosfelet gentemot observationer, träna mot prognosfelet gentemot Mesan-fältet.



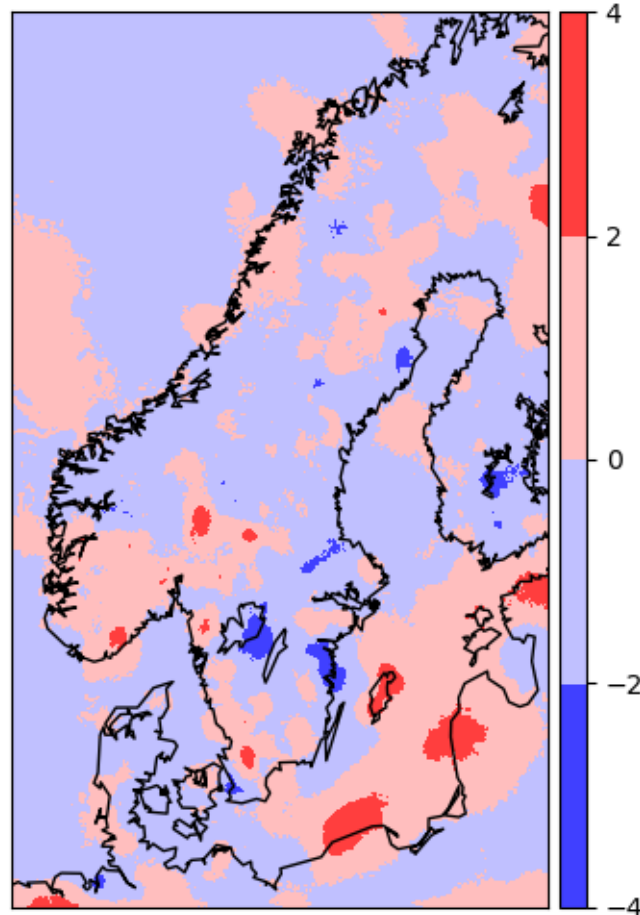
- Finns preliminära resultat, behöver utvärderas

VARM AI, exempel valideringsfall, +3h prognos

Arome Mesan differens



AI Mesan differens



2019-09-19 02:00

SMHI