

# **Brug af meteorologiske prognoser til beregning af varmeforbrugsprognoser**

Henrik Aalborg Nielsen

Torben Skov Nielsen

ENFOR A/S

[www.enfor.dk](http://www.enfor.dk)



# Oversigt

- Afgrænsning af præsentation.
- Hvorfor er opgaven ikke helt simpel?
- Forbrugets karakteristika og model heraf.
- Typer af meteorologiske forudsigelser m.v.
- Årsager til fejl i lastprognoser.
- Avancerede prognose produkter.
- Afrunding.



## **Ser her bort fra praktiske aspekter ...**

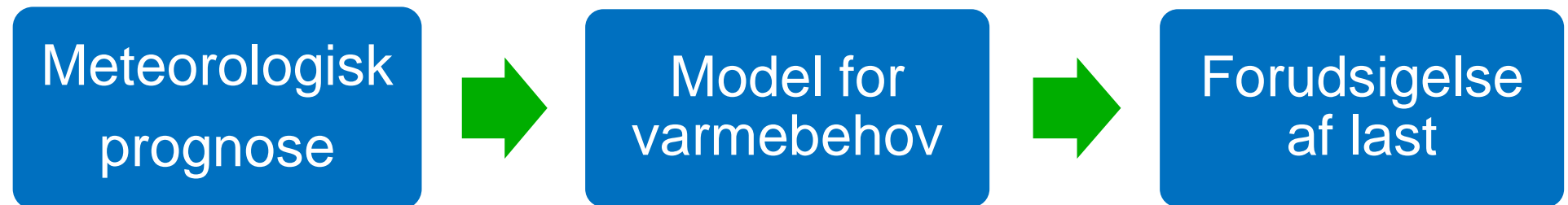
- Præprocessering (check og aggregering) af målinger.
- Håndtering af dataflow (målinger, met. forudsigelser, osv.) operationelt.
- Brugergænseflade.
- Monitorering af performance.
- ...

**Alt dette er vigtigt i praksis!**



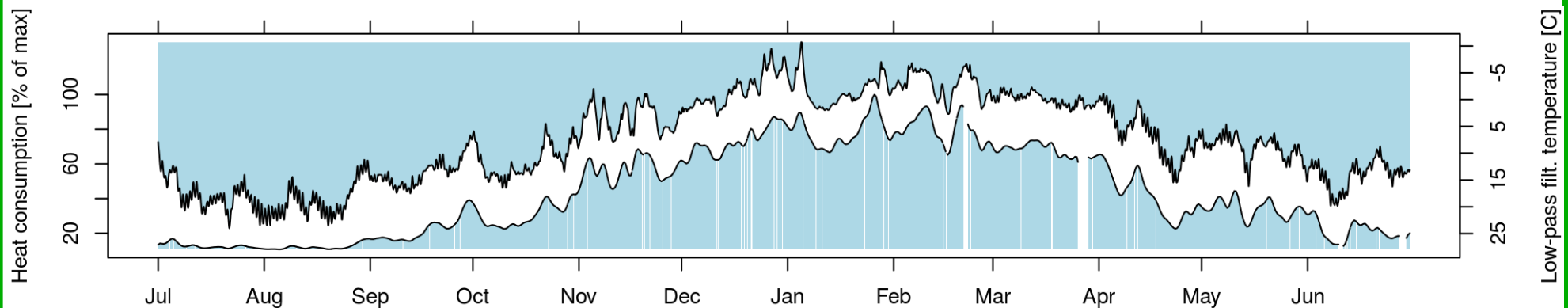
## **Meteorologisk prognose => varmebehov**

- Er der en (lille) systematisk fejl i den meteorologiske prognose? Ændres denne ved opdateringer?
- Hvordan tilvejebringes modellen af varmebehov?
- Hvilken meteorologisk prognose skal man vælge / skal man bruge flere meteorologiske prognoser?
- Hvordan håndteres fejl i den meteorologiske prognose?



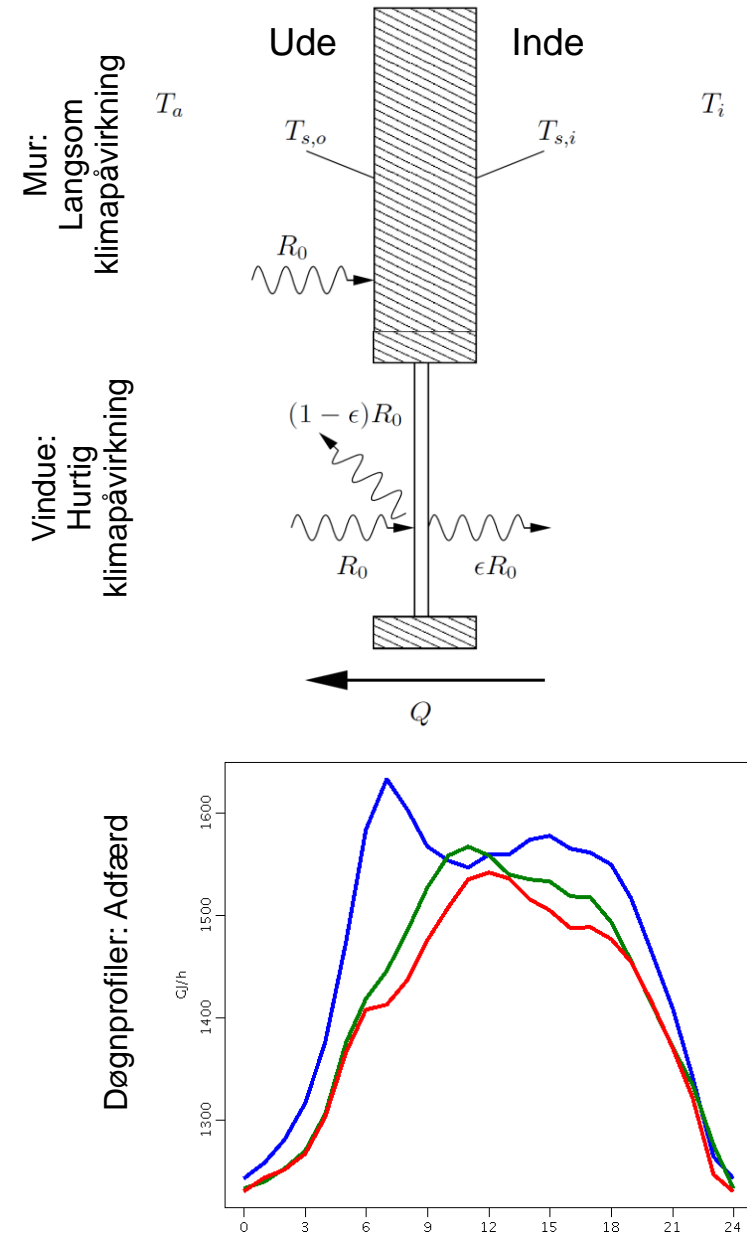
## Karakteristika for varmeforbrug

- Uge / døgnvariation.
- I fyringssæsonen afhænger varmelasten desuden af vejret (temperatur, solindfald, vindhastighed).
- Pga. forbrugernes forskellige præferencer sker der en blød overgang forår og efterår.



# Model for varmebehov

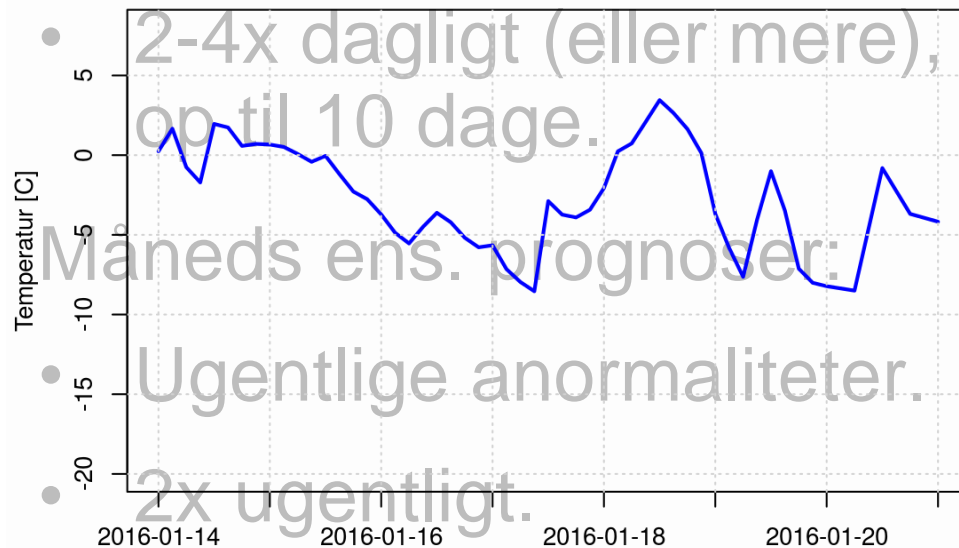
- Forbrug i geografisk veldefinerede net / delnet.
- Modelstruktur baseret på fysik / brugeradfærd.
- Løbende kalibrering i.f.t. faktisk forbrug og evt. målinger af udetemperatur fjerner systematiske fejl.



# Typer af meteorologiske prognoser

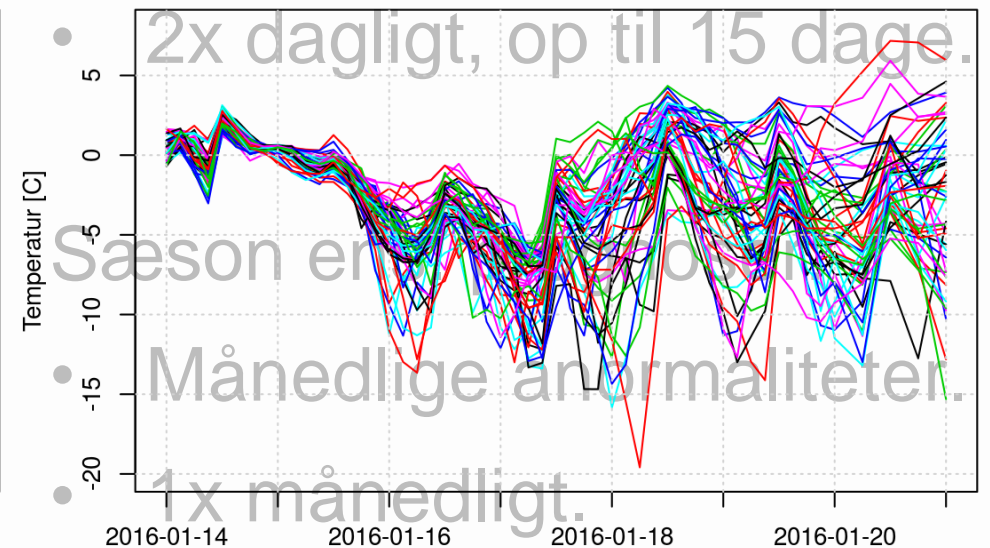
## Almindelige prognoser:

- En værdi / punkt for hvert tidspunkt indenfor horisonten.

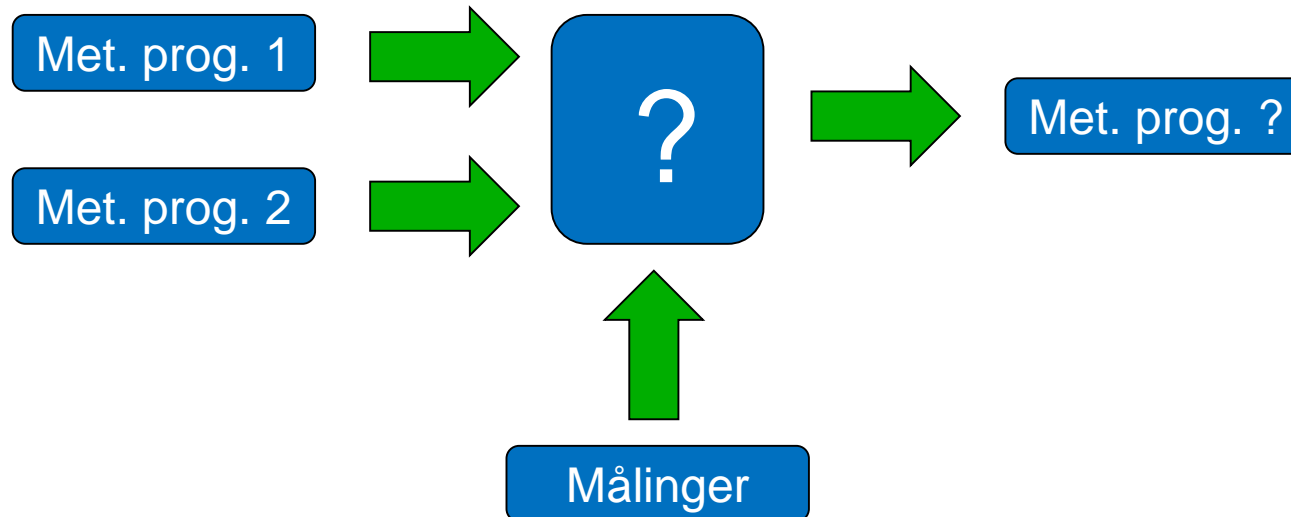


## Ensemble prognoser:

- Et antal værdier (51) / punkt for hvert tidspunkt indenfor horisonten.



# Kombination af flere prognoser



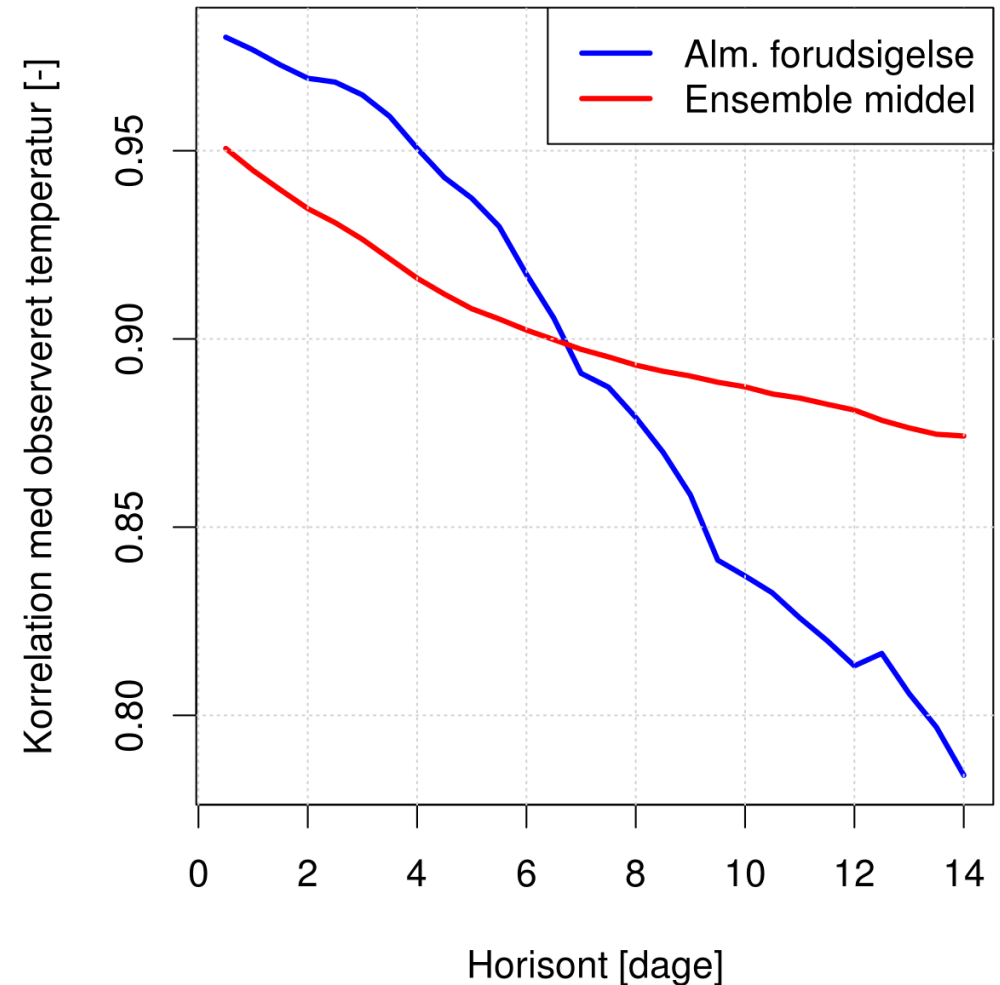
- Brug den bedste?
- Brug gennemsnittet?
- Brug et vægtet gennemsnit?



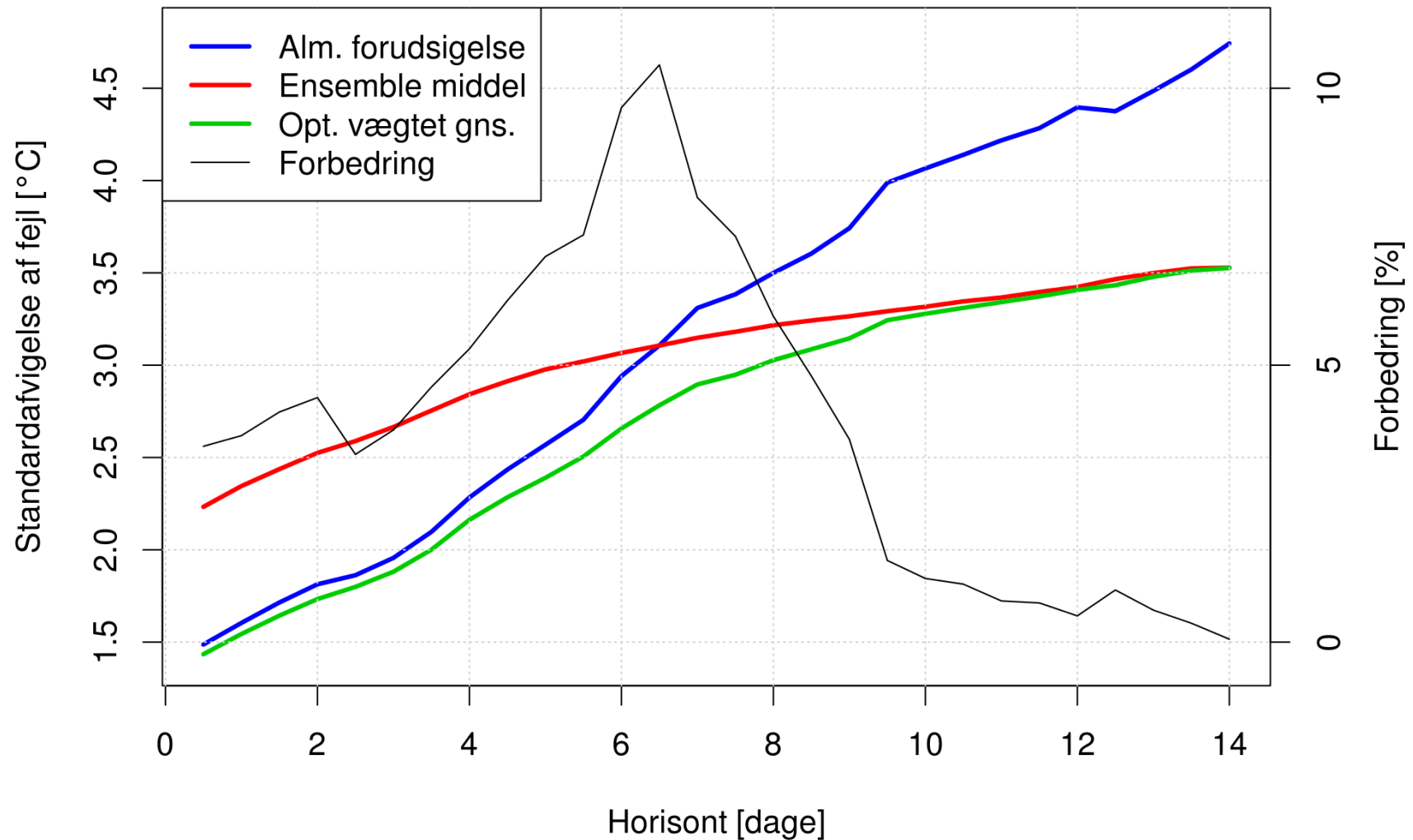


## Eksempel: Korrelation med målt temp.

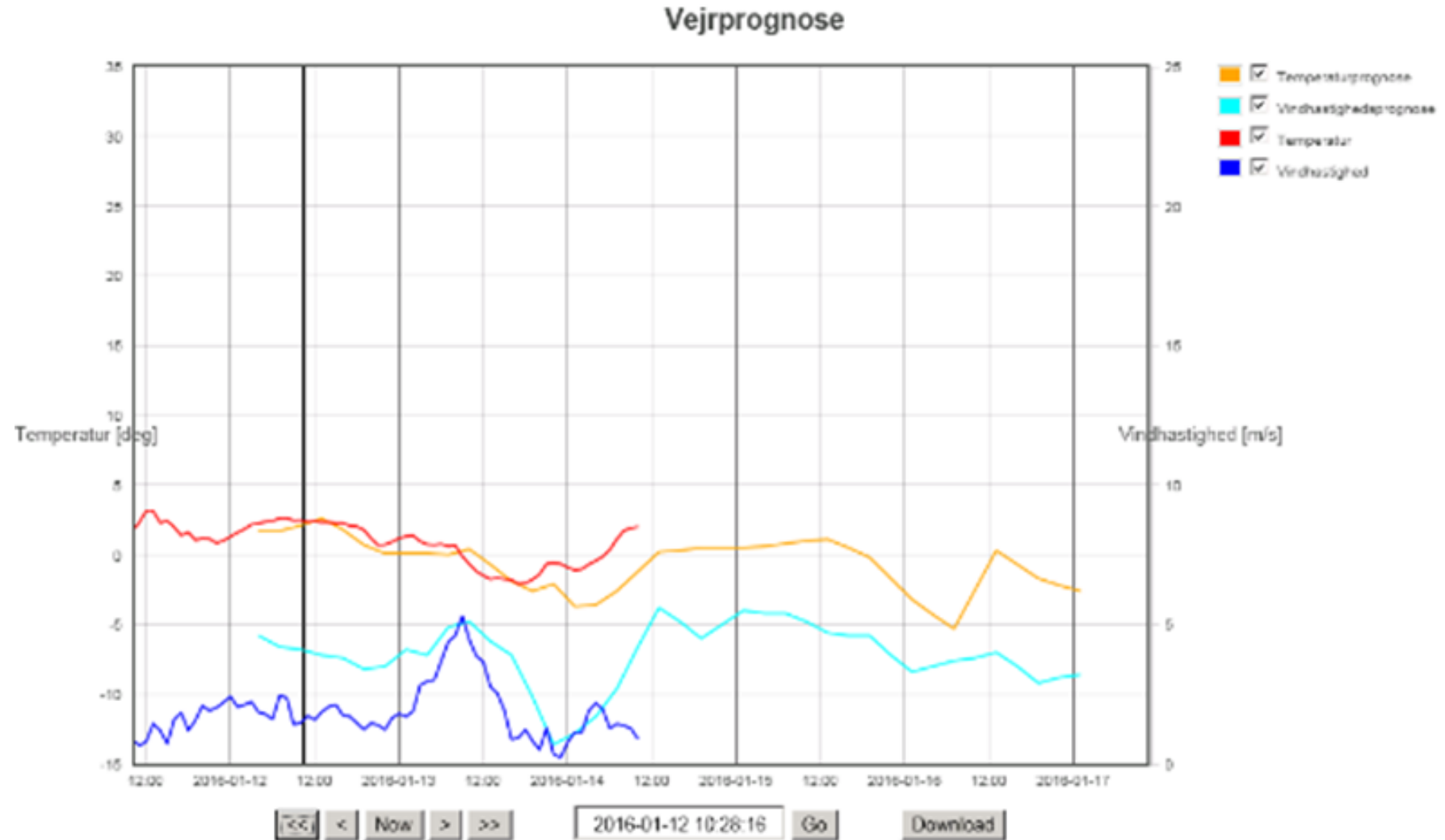
- Almindelig prognose modtaget 2 gange dagligt for en horisont på 14 dage.
- Ensemble middel for en månedsforudsigelse modtaget 1 gang ugentligt.
- Sammenlignes ved altid at tage senest tilgængelige prognose.



# Optimalt vægtet gennemsnit

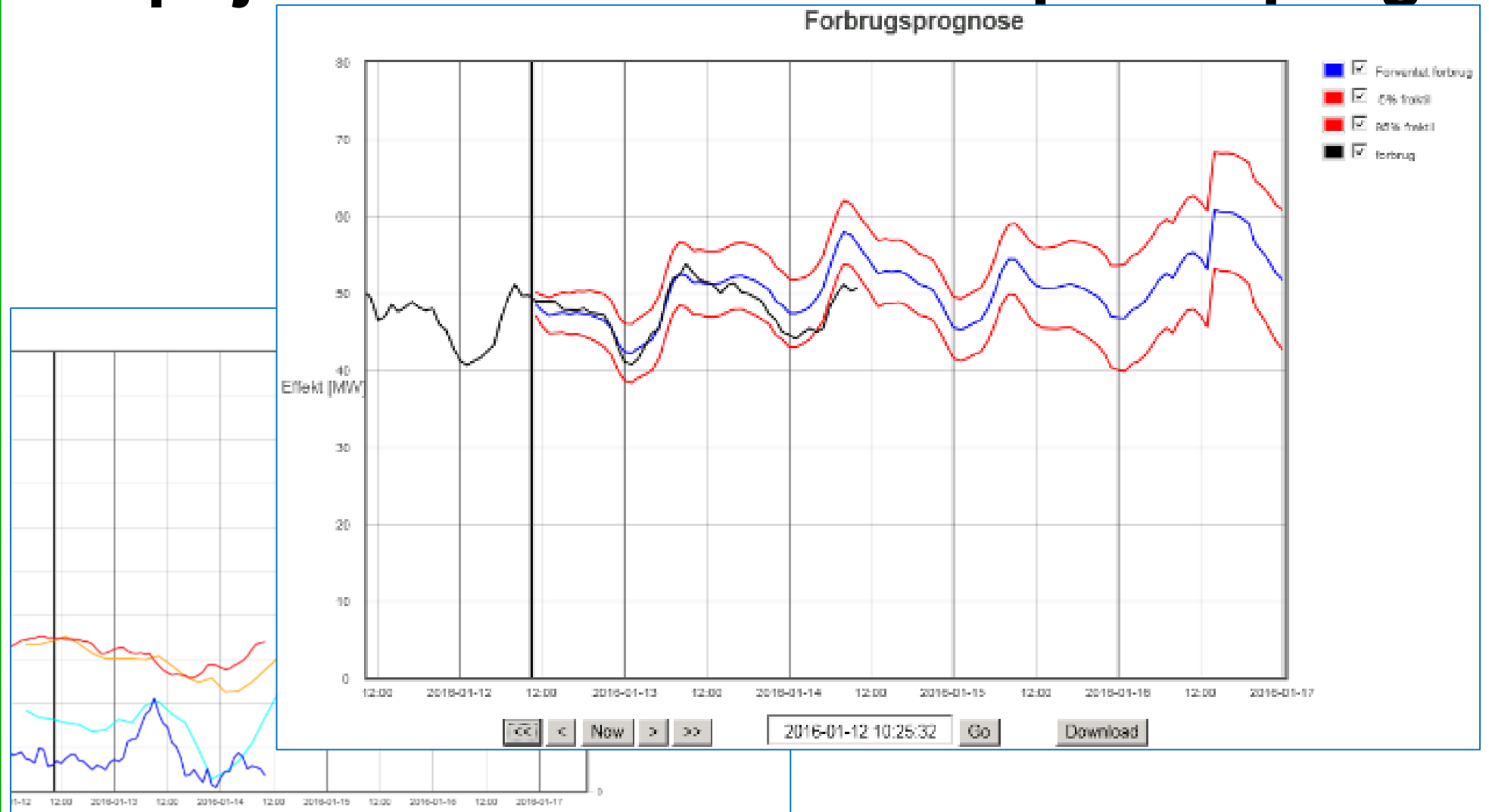


# Fejl i den meteorologiske prognose ...



# Afspejles i usikkerhedsbånd på lastprog.

Forbrugsprognose



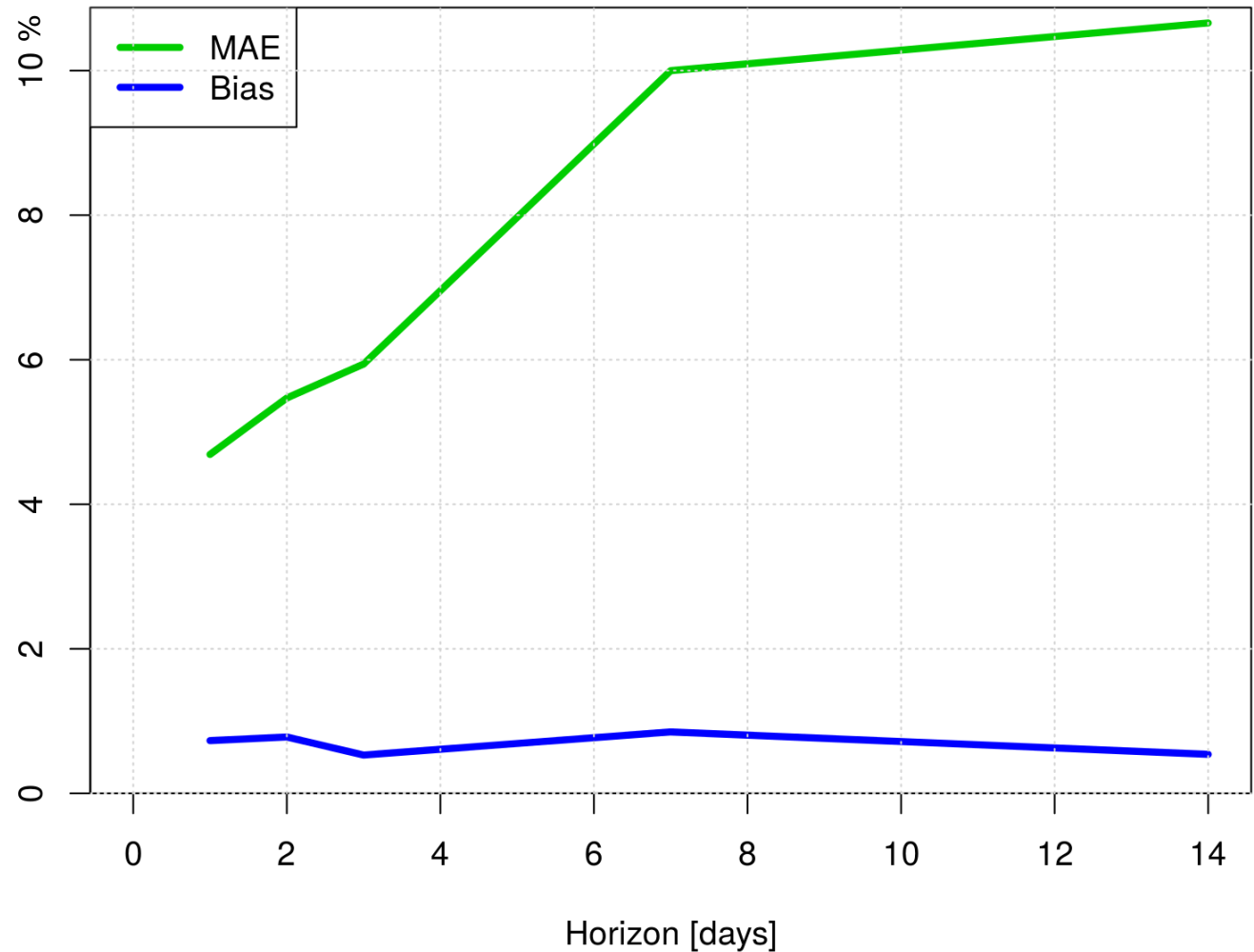
## **Hvor kommer usikkerheden fra?**

- Som eksemplificeret ved foregående plot kommer størsteparten af usikkerheden fra den meteorologiske prognose.
- Der er tilfældig variation mellem forbrugere, men det udjævnes når større grupper betragtes.
- Udsagnet forudsætter også at der løbende kalibreres til lastmålinger.
- Små tilfældige variationer over kort tid (pga. styringen?) er ikke prædikterbare.



# Performance opgjort pr. dag (eksempel 1)

Fokus på lange horisonter.  
 Mean Absolute Error (MAE).  
 Bias.  
 % af gns. forbrug.  
 Kun data for fyringssæsonen.



Only heating season data included



# Performance opgjort pr. dag (eksempel 2)

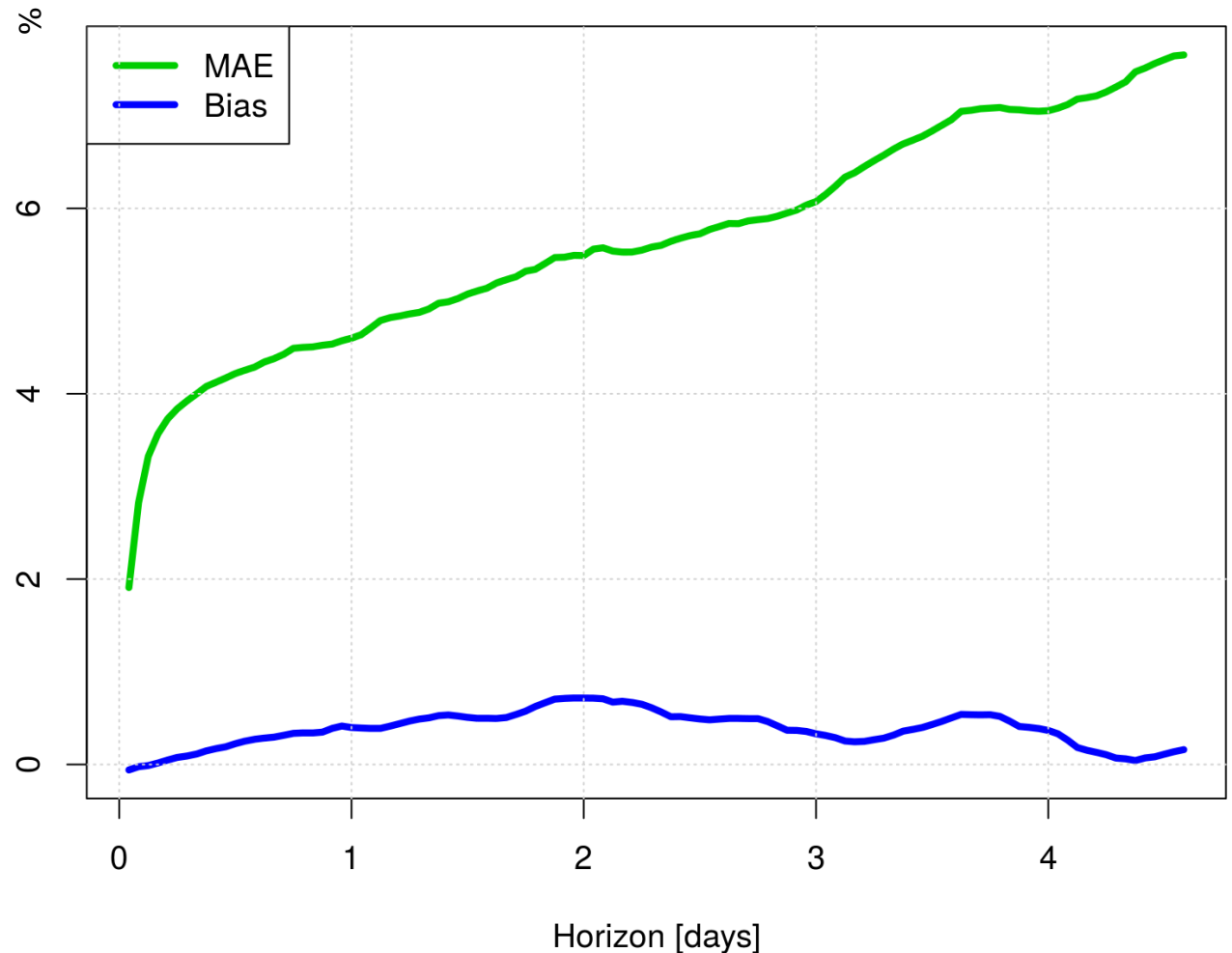
Fokus på korte horisonter.

Mean Absolute Error (MAE).

Bias.

% af gns. forbrug.

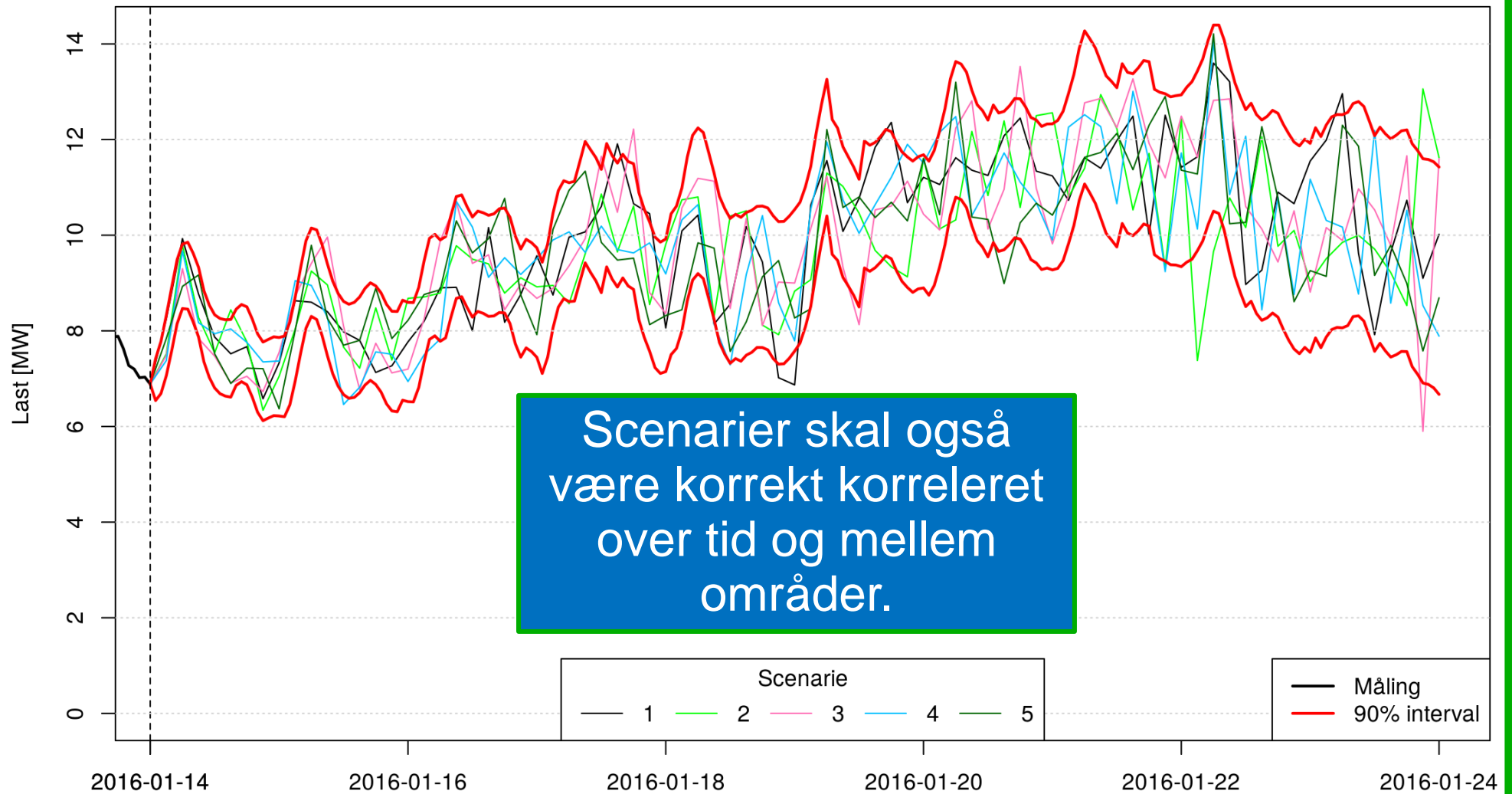
Kun data for fyringssæsonen.



Only heating season data included



# Usikkerhed / scenarier





## **Anvendelse af usikkerhed / scenarier**

- Vigtigt når udgiften til fejl ikke er symmetrisk.
- Eksempler:
  - Hold fremløbstemperaturen lav, men høj nok til at dyr kedelproduktion undgås i passende omfang.
  - Sælg varmebunden elproduktion under hensyntagen til en eventuelt forventet asymmetri i ubalancepriser e.lign.
  - Afbalancer flow ift. pumpeudgift og lav fremløbstemperatur.



## **Afsluttende bemærkninger**

- Håndtering af små systematiske fejl i meteorologiske prognoser.
- Kombination af meteorologiske prognoser forbedre performance.
- Model for varmebehov kalibreres løbende.
- Fejl i den meteorologiske prognose er den dominerende årsag til fejl i last prognosen.
- Avancerede prognose produkter kan have sin berettigelse ved asymmetrisk udgift til fejl.



## **PRESS**

- De skitserede metoder er implementeret i PRESS (PRognose- og EnergiStyringsSystem) oprindeligt udviklet på DTU og efterfølgende hos ENFOR.
- Automatisk system til lastforudsigelse, temperaturoptimering og produktionsoptimering.
- Systemintegratorer, i særlig grad COWI, står for den praktiske opsætning og integration.



Tak for opmærksomheden!

