



CITIES

Centre for IT Intelligent Energy Systems



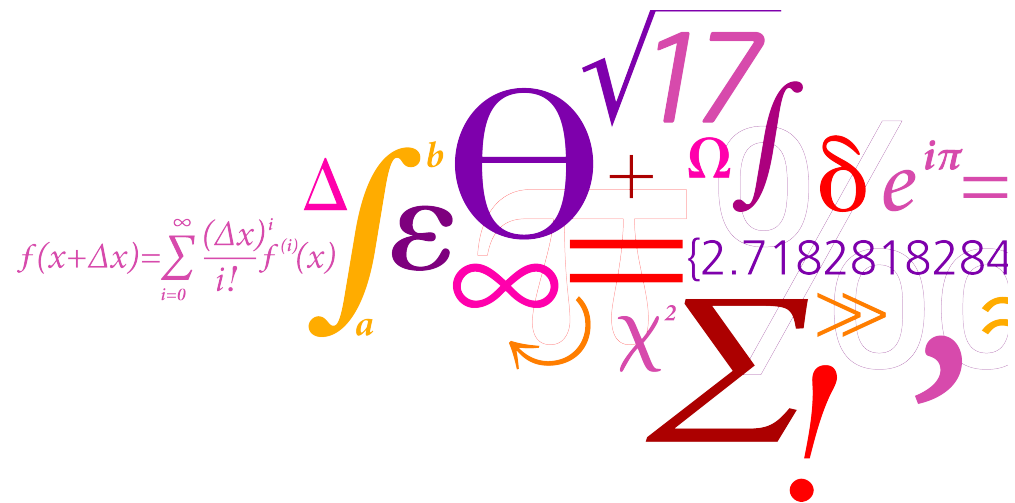
Styring af fremløbstemperatur under brug af prognoser og data

18. Januar, 2016

Henrik Madsen

www.henrikmadsen.org

www.smart-cities-centre.org



Fjernvarmenet

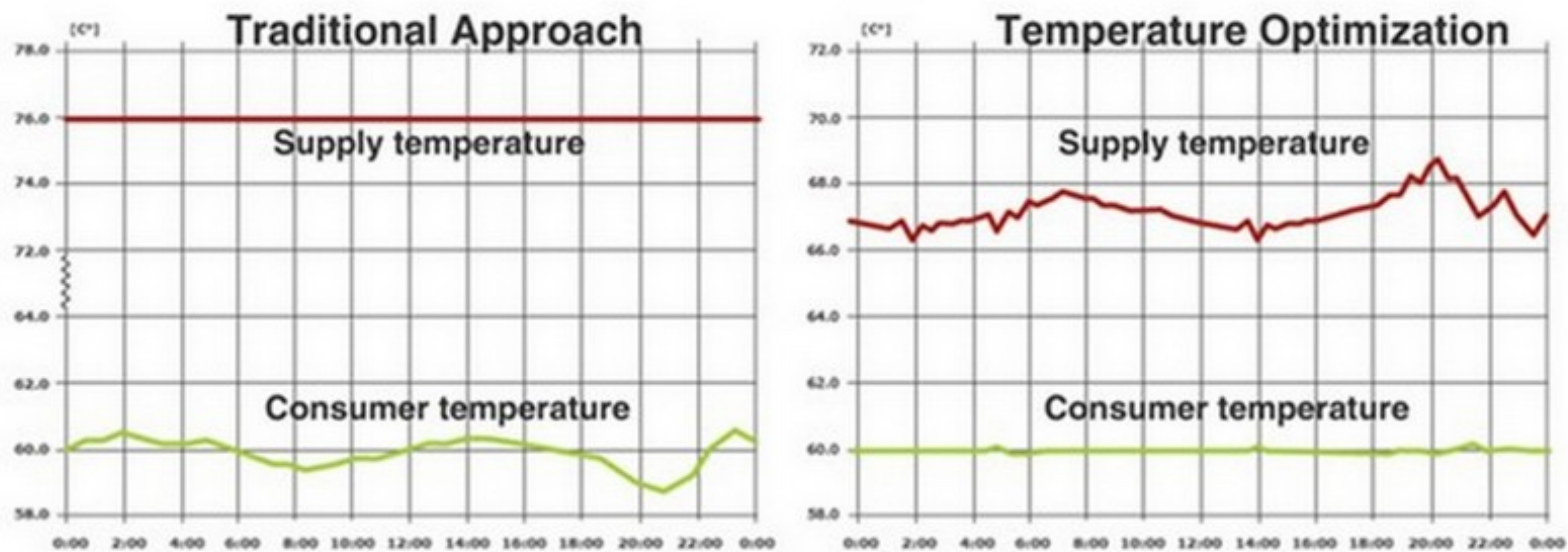
- Kendt problematik:
 - Udførelsen er ikke altid nøjagtig som på tegningerne
 - Isoleringsevnen kan afvige en del fra det teoretiske (eksempelvis grundet våd isolering)
 - Hydrodynamikken kan være vanskelig at udregne præcist
- DTU Compute har deltaget centralt i udviklingen af metoder til temperaturstyring:
(Simulation – TERMIS TO; Prognose – PRESS TO)

Temperaturstyring Simulation (TERMIS TO)

Link to [Termis Temperature Optimization SAVINGS calculator](#)

See [Solution Brief for Temperature Optimization](#) document

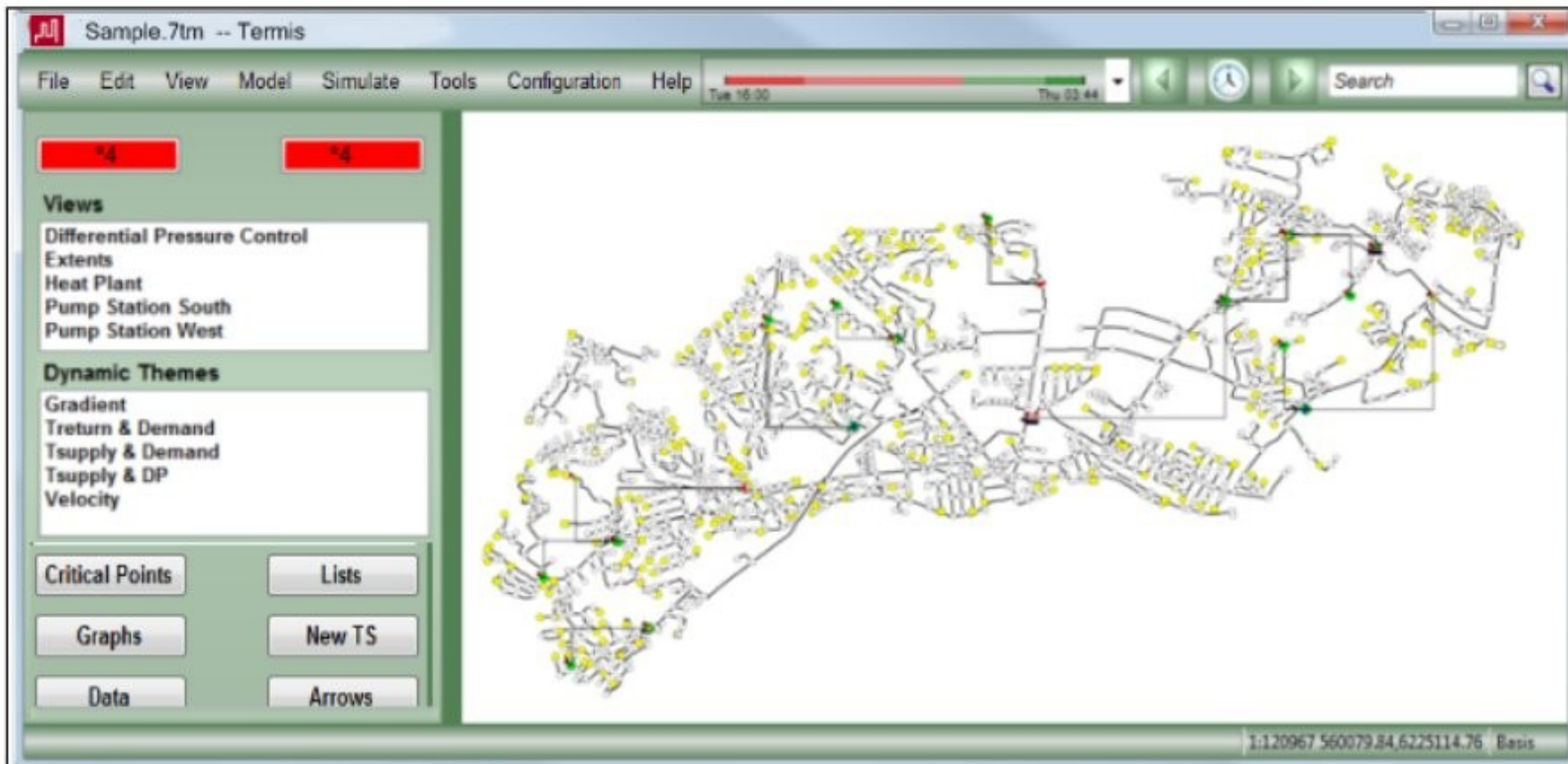
The Temperature Optimization module automatically minimizes heat loss in district heating networks, typically reducing it by 10%. This leads to significant savings of up to 2% of the heat cost while reducing the CO2 emission.



The inlet temperature is adjusted to be as low as possible, taking into account the amount of heat to be supplied to the consumers in the network. The Temperature Optimization module takes into account the accumulated energy in the network, and the changes that will occur as a result of weather forecasts of outdoor temperature and wind conditions.

Temperaturstyring Simulation (TERMIS TO)

Distributed (full) model: 2399 pipes and 2364 nodes

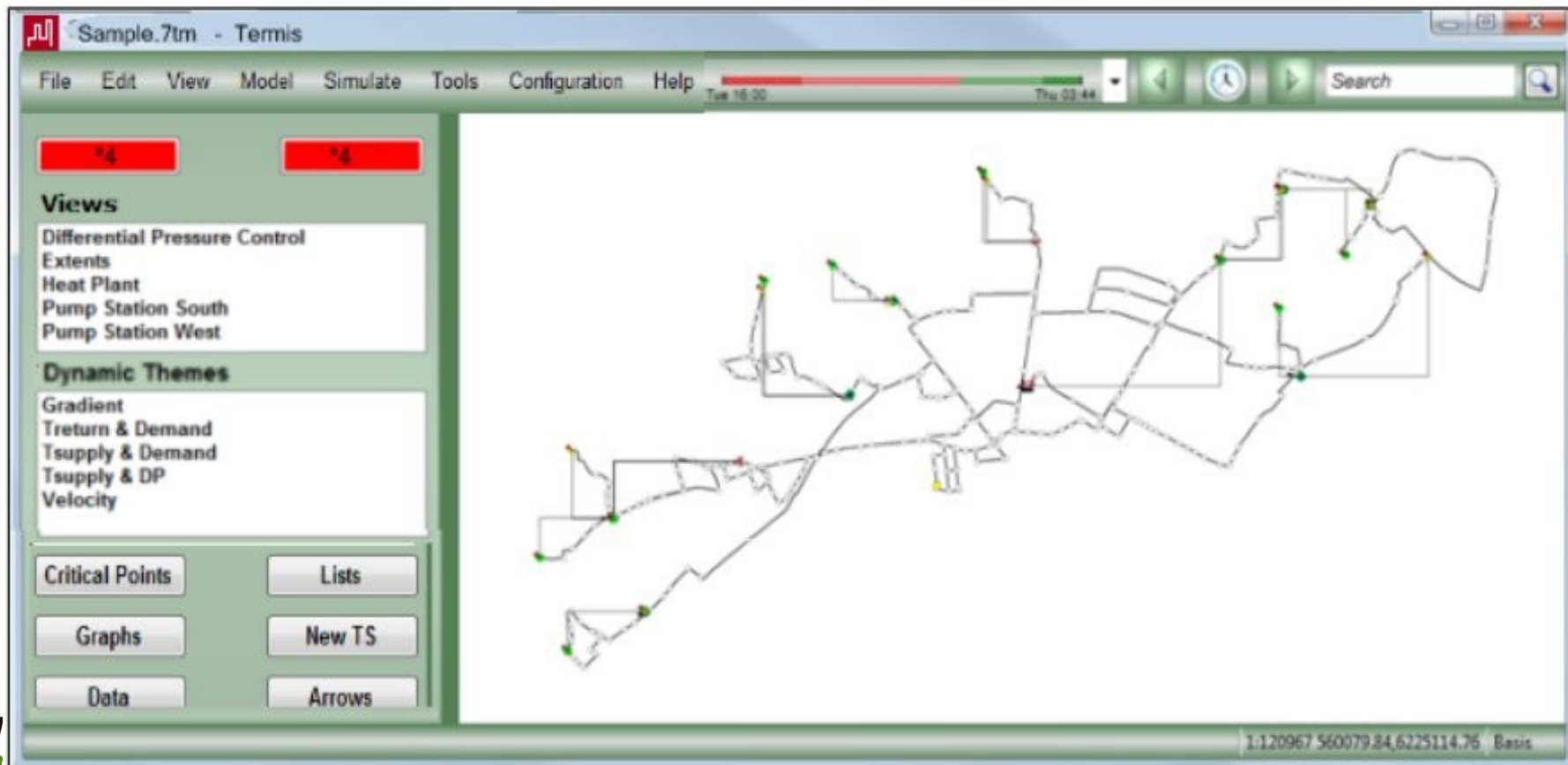


Temperaturstyring Simulation (TERMIS TO)

CPU time: From 3 hours to 10 minutes

Sample: Ideal simplified model

This simplified model includes 391 pipe and 367 nodes.



Results



The result of a temperature optimization cycle, relevant for transfer as setpoints to SCADA, is a time dependent supply temperature curve for each heat plant that describes the setpoint for a future period, typically 12, 24, or 48 hours.

The following figure shows optimized temperature curves for a heat plant and downstream critical points.

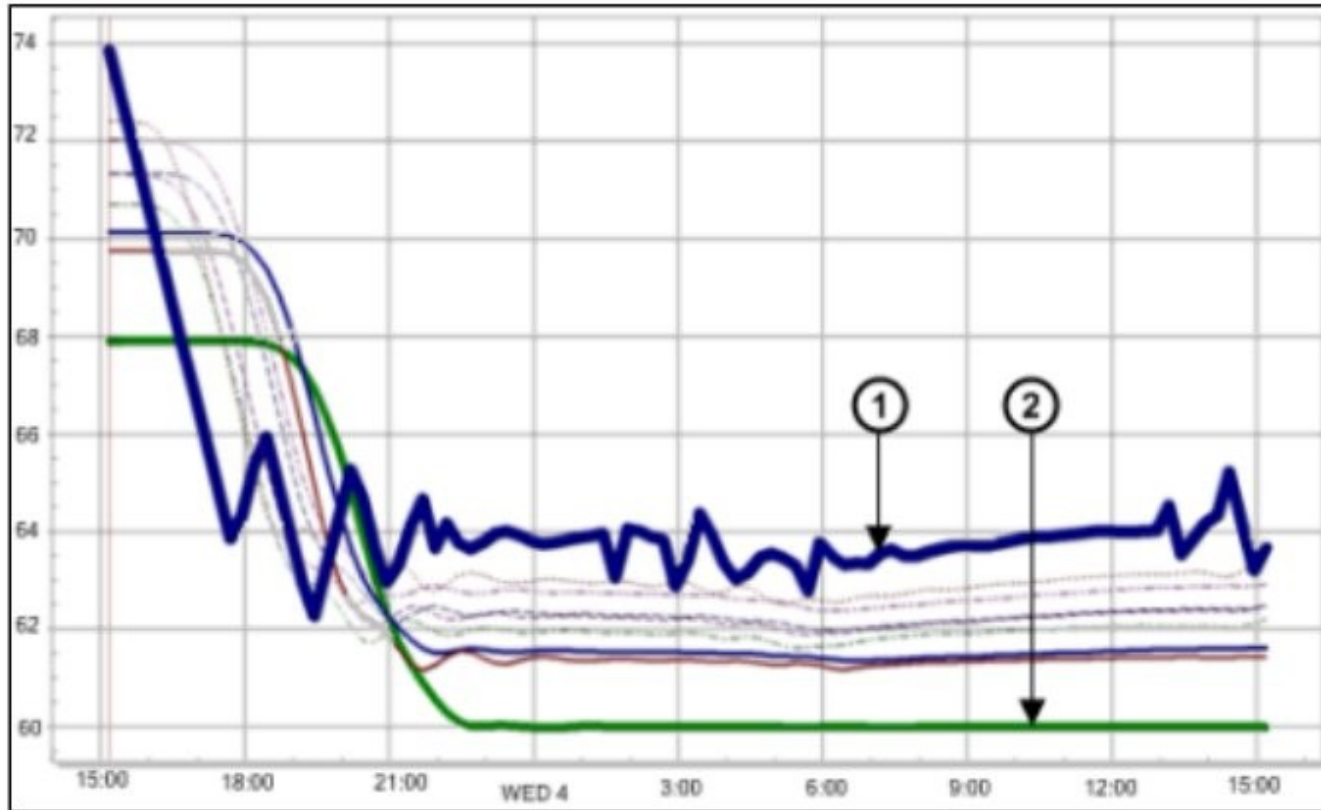
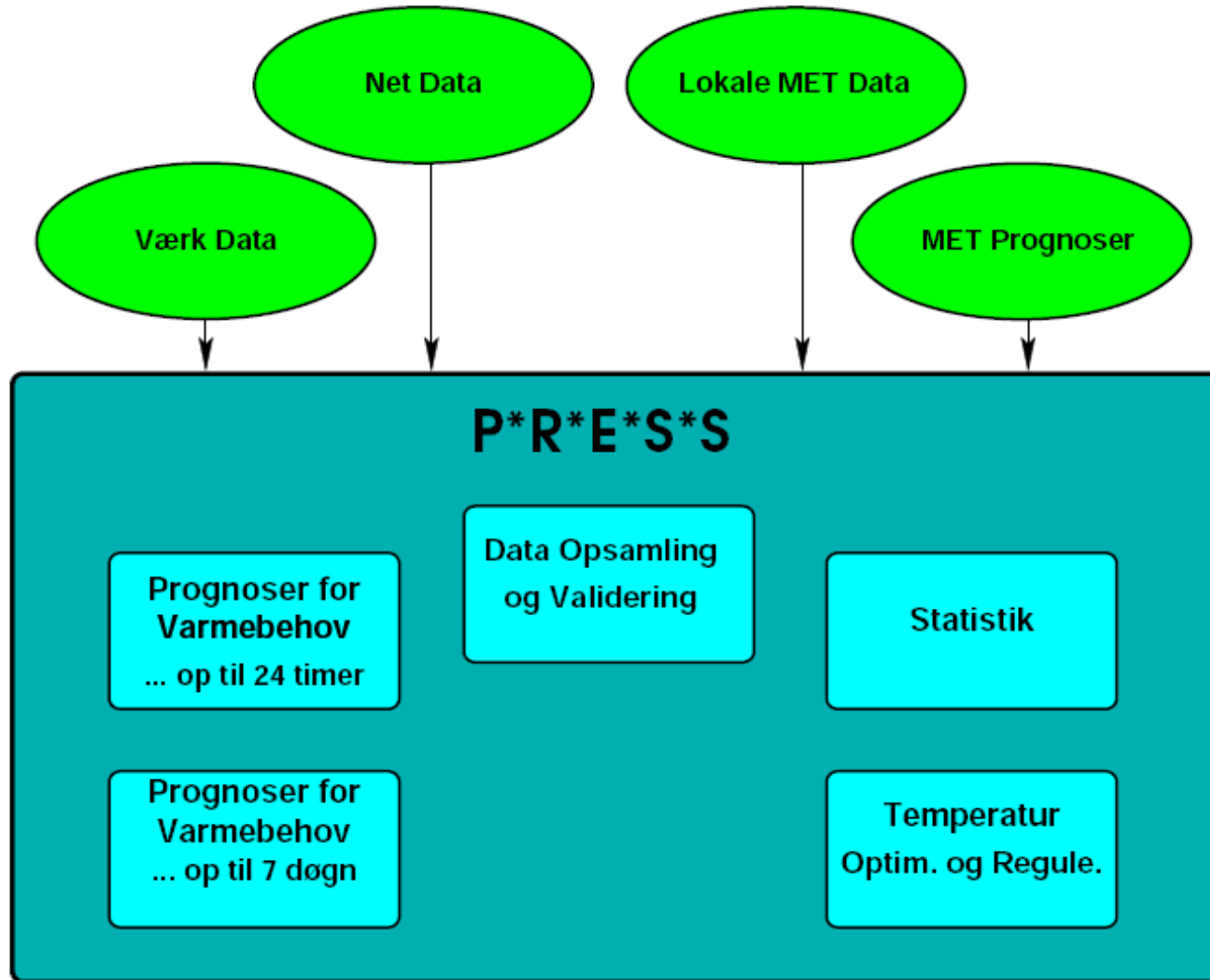


Figure legend

- 1 The solid zigzagged blue curve (1) illustrates an optimized supply temperature at a heat plant. This optimized curve starts at a high level and is then reduced to a lower average level. The high starting level is because the system is not running in a closed loop. The zigzagged curve is the result of a combination of the ideal mathematical solution and the defined time resolution. The curve would be smoother with a reduced value stated for the time period Time step for temperature change.

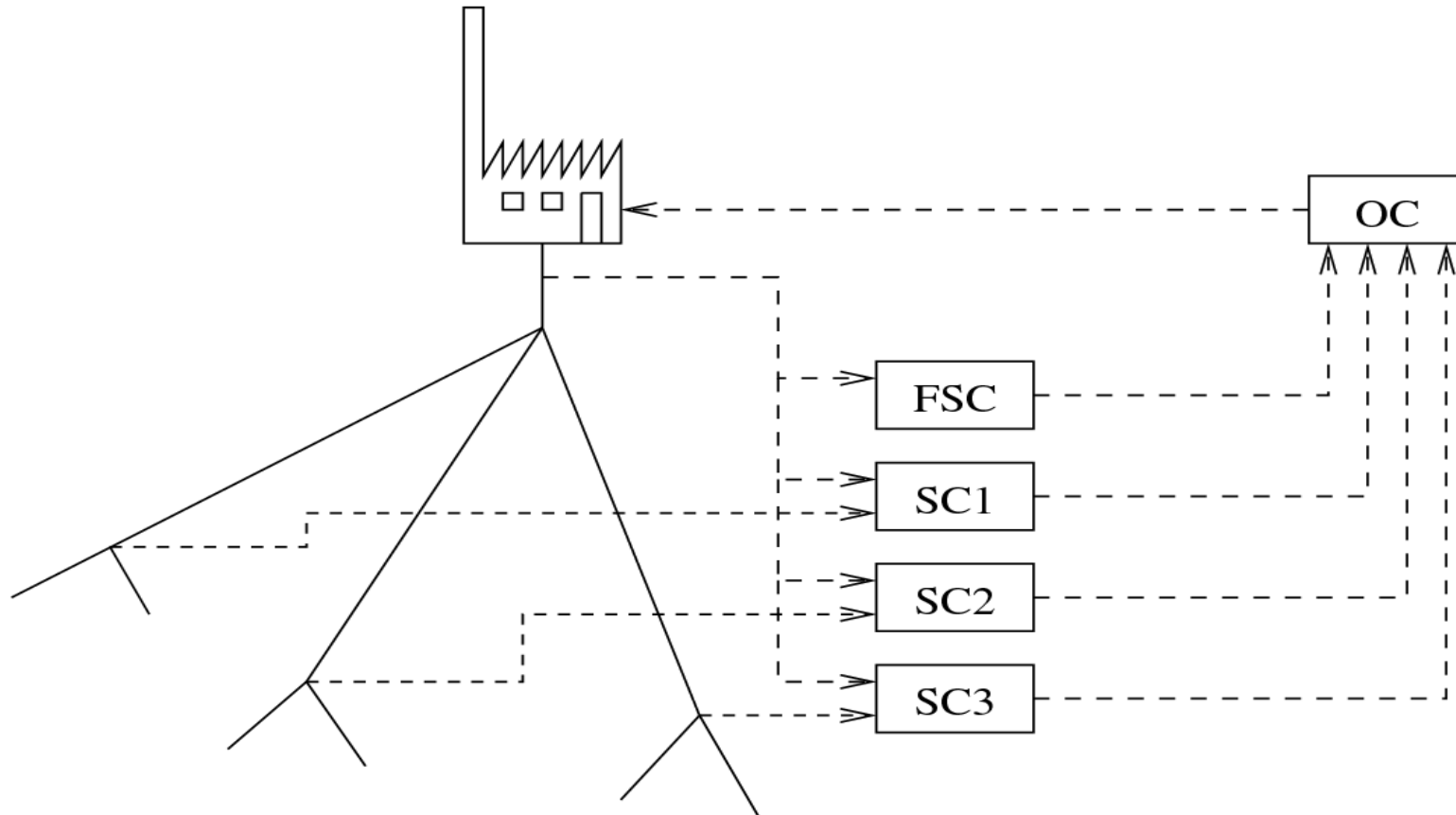
Temperaturstyring via Data og Prognoser (PRESS TO)



Princip for data og prognosebaseret temperaturstyring

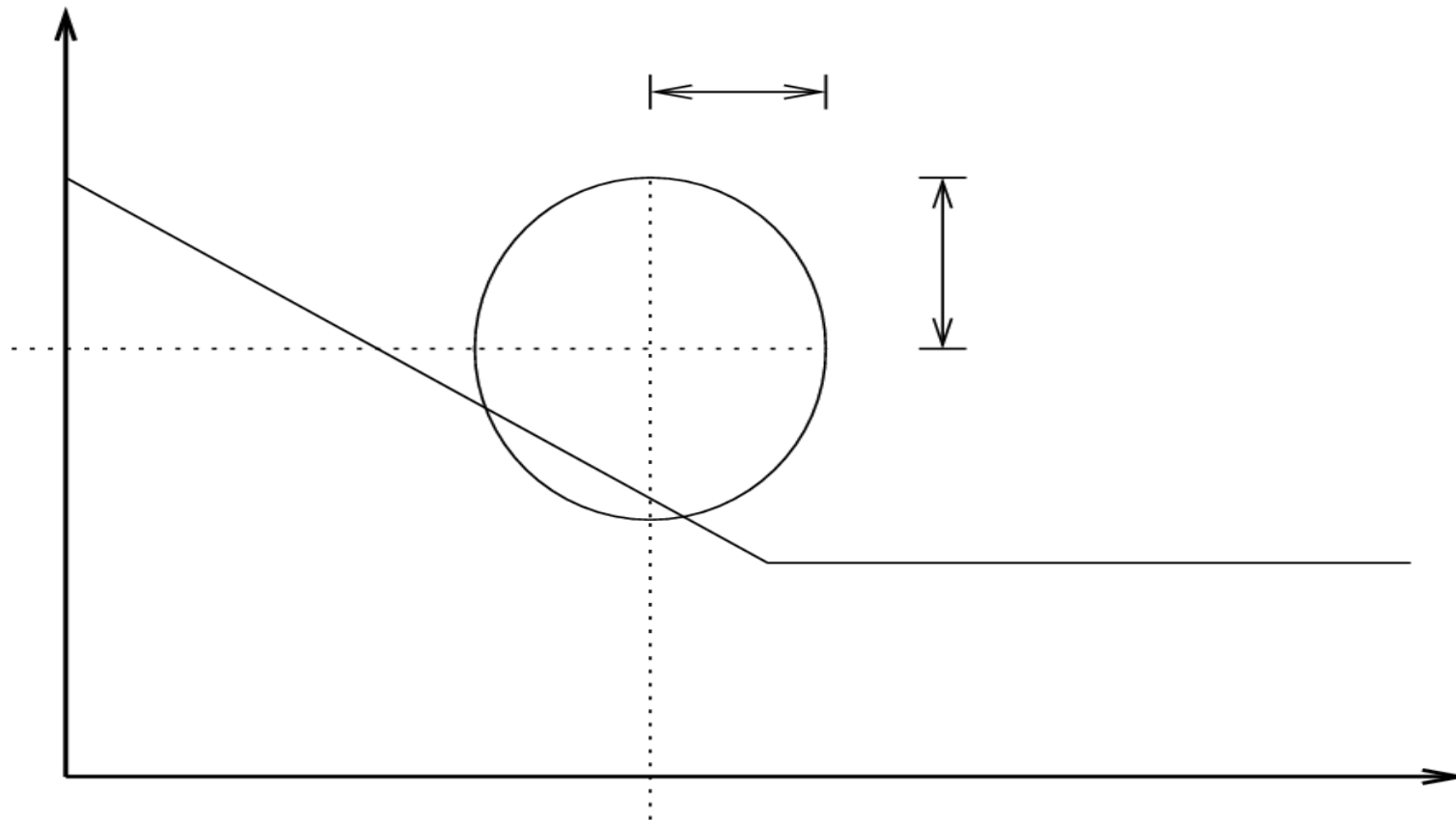
- Minimer fremløbtemp. under hensyntagen til:
 - At det prognosticerede varmebehov kan tilfredsstilles
 - At flowet ikke overstiger en grænse
 - At brugertemperaturer er tilstrækkelig høj
 - At variationer begrænses (levetid af rør)
 - At reducere brug af spidslast centraler
- Modellerne skal
 - Være selvlærende (i praksis 1-2 måneder)
 - Være adaptive (ved ændringer i systemet)
 - Kunne udnytte data og MET prognoser

Prognosemodeller for nettet (simplificeret skitse)

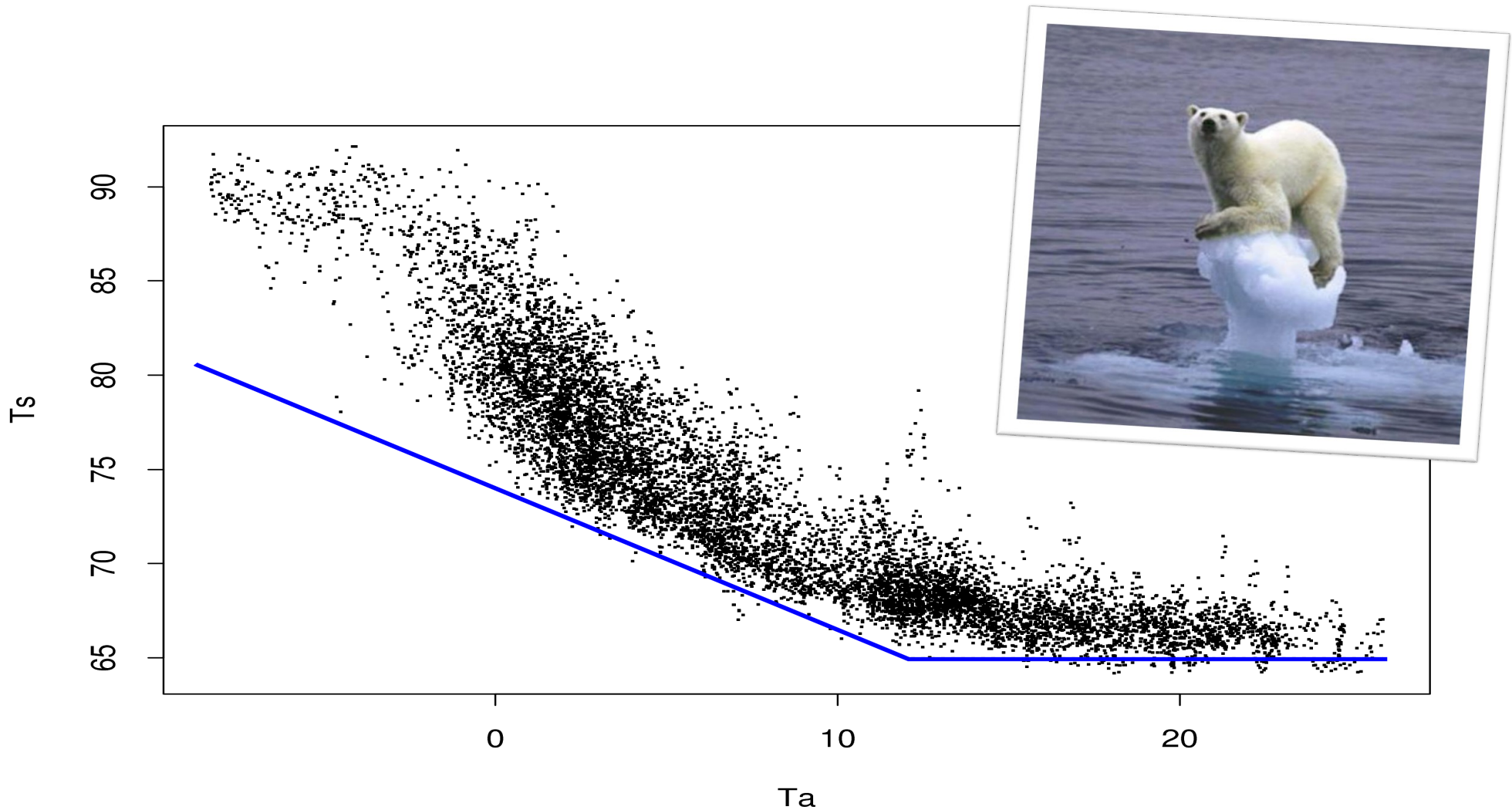


Beregning af set-punkt og usikkerheder

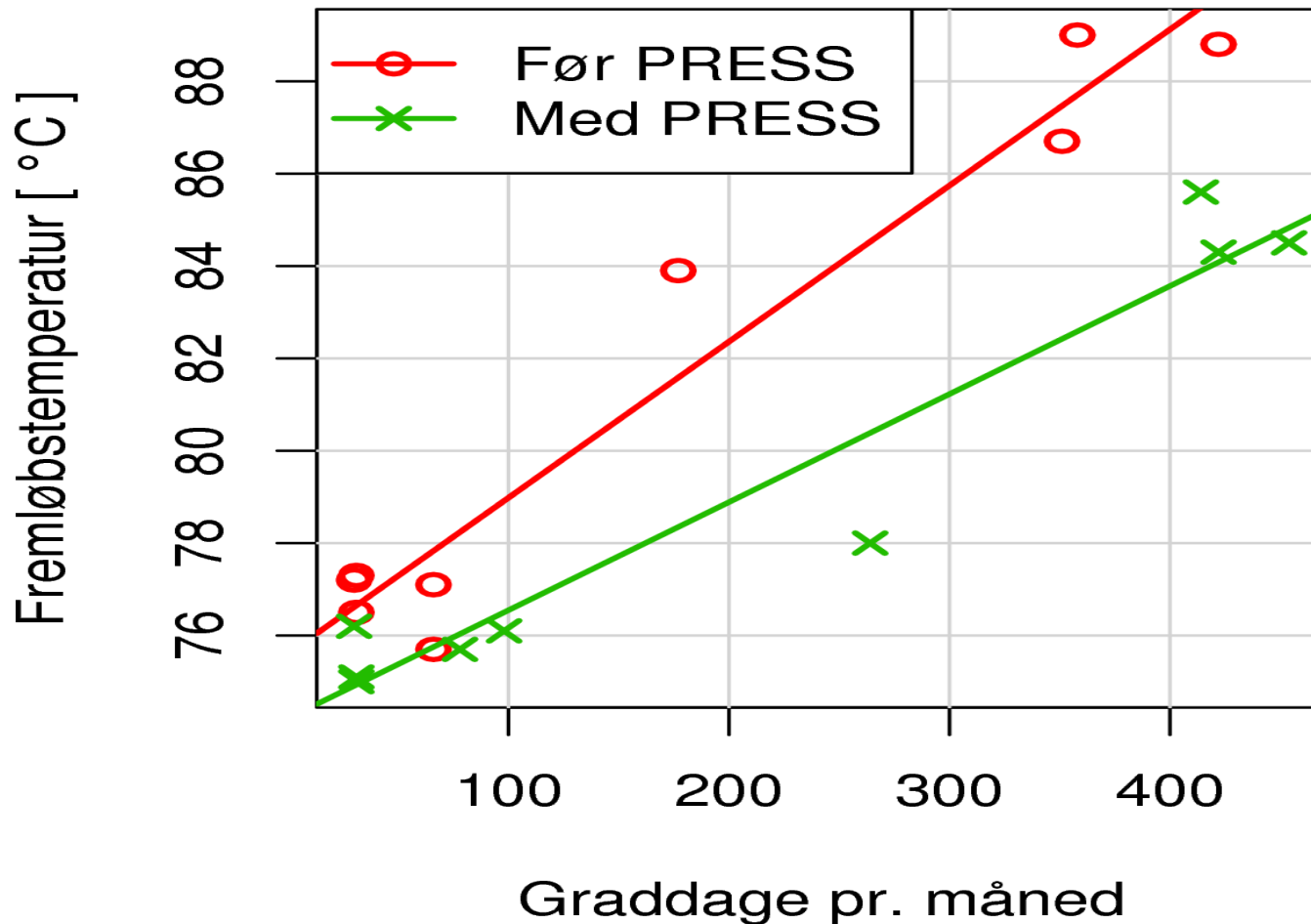
Brugertemperatur



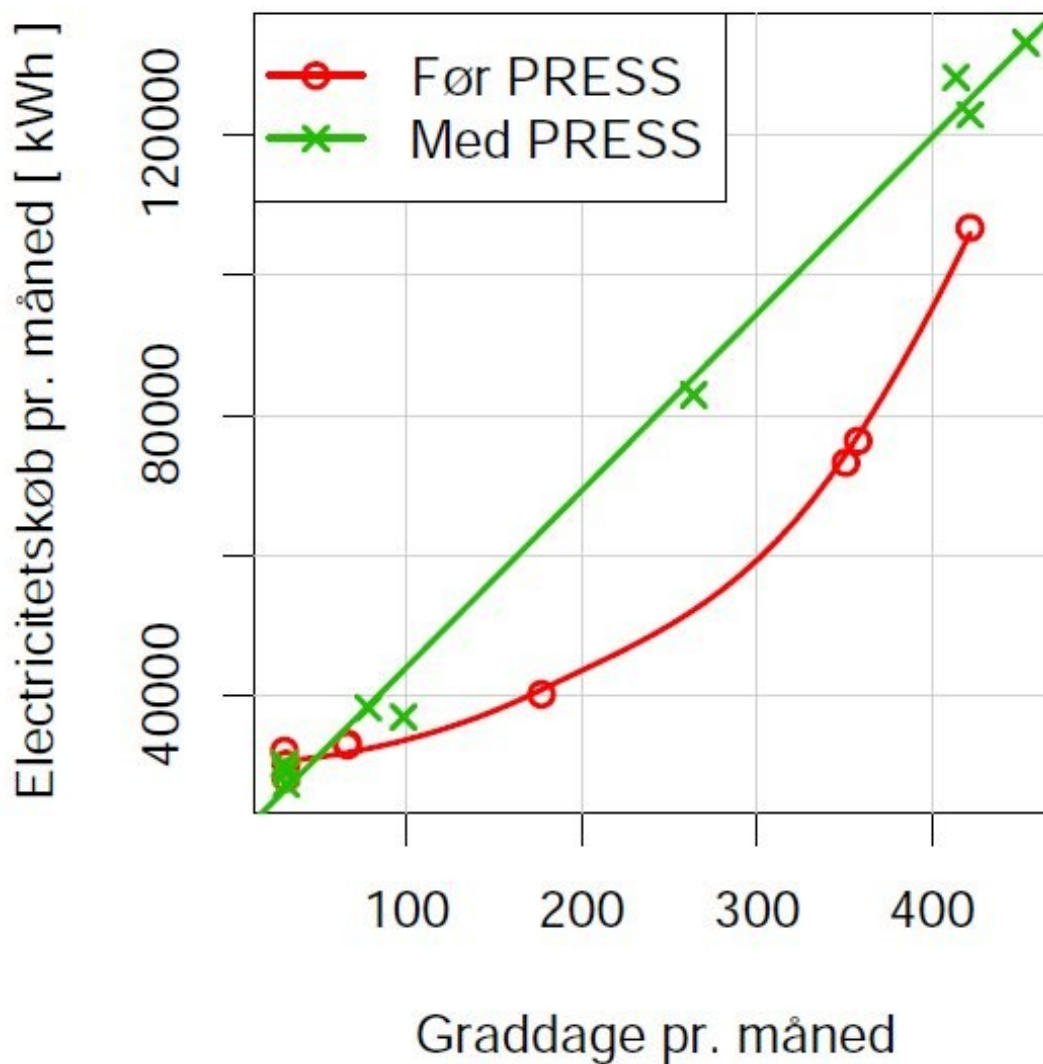
Observeret brugertemperatur



Fremløbstemperatur med og uden prognosebaseret styring



Elkøb mod graddage



Besparelser

(besparelse i nettab = 18.3 pct)

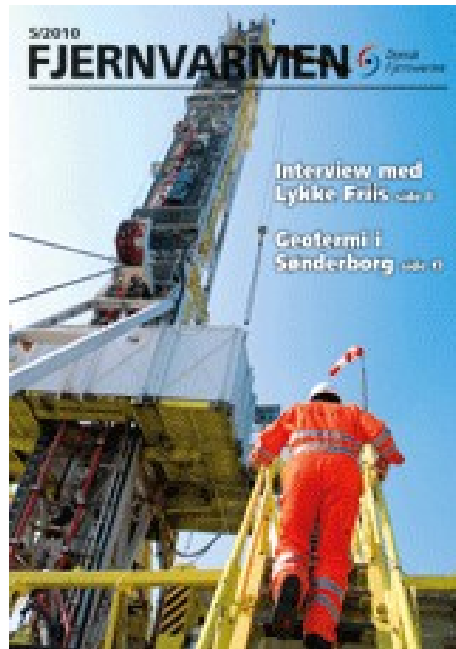
	Varmekøb		Elkøb	
	GJ	1000kr	kWh	1000kr
Før PRESS	653,000	30,750	499,000	648
Med PRESS	615,000	28,990	648,000	842
Forskel	37,400	1,760	-149,000	-194

Total besparelse (9 første måneder af normalår): **1,566,000kr**

Besparelse for et normalår:

- $12/9 \times 1,566,000\text{kr} = \mathbf{2.1 \text{ mill.}}$
- Imidlertid står jan.–sept. (75% af året) kun for ca. 65% af graddagen i et normalår.
- $1,566,000\text{kr}/0.65 = \mathbf{2.4 \text{ mill.}}$

Besparelser ved Temperaturstyring



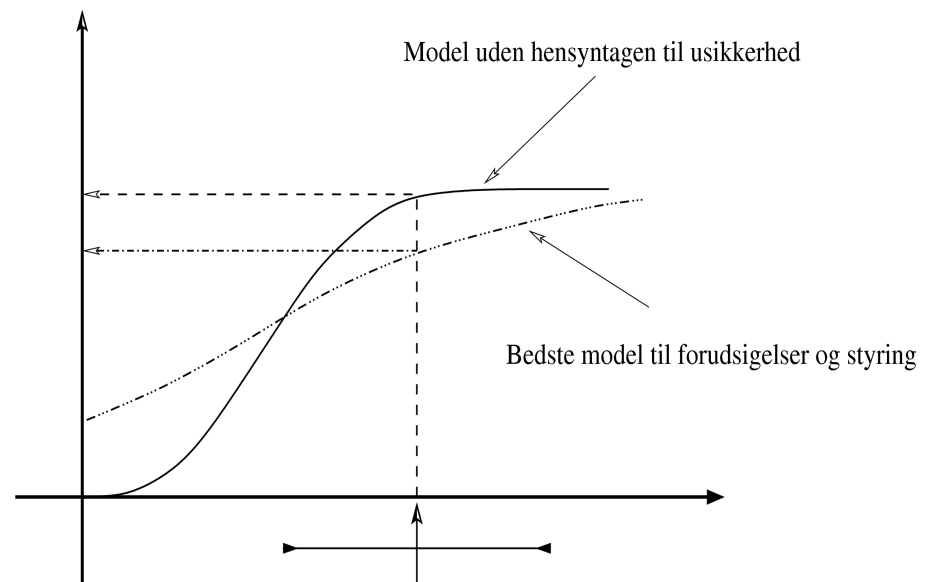
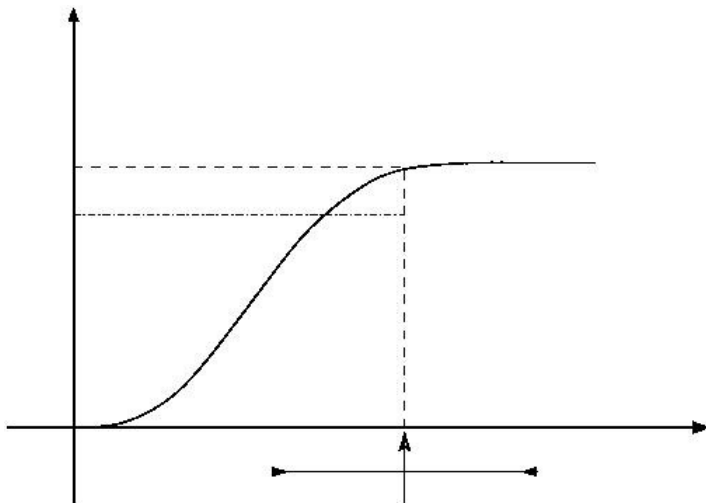
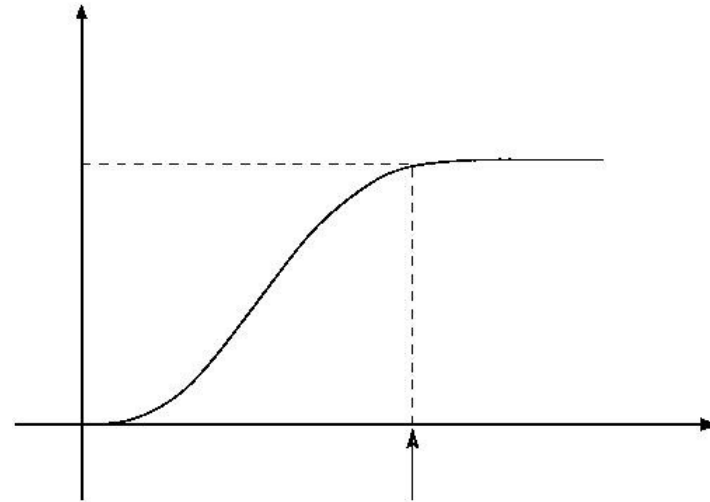
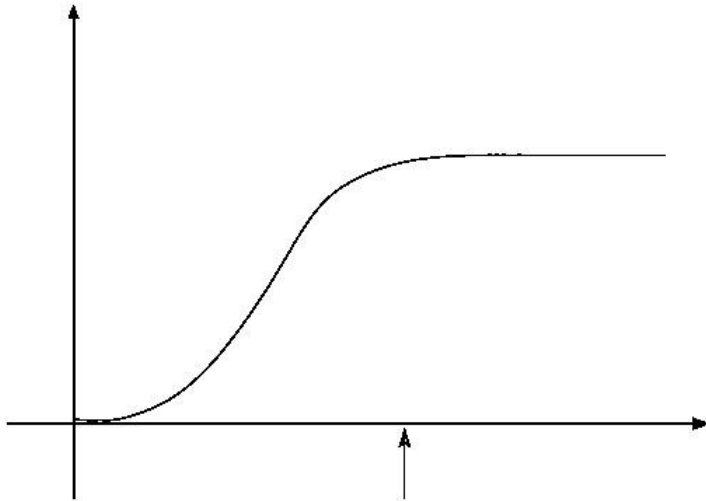
To former for temperaturstyring

- **Simulationsbaseret styring** af vandtemperatur giver op til **10 pct** reduktion i varmetabet
- **Data- og prognosebaseret styring** af vandtemperaturen giver op til **20 pct** reduktion i varmetabet.

FJERNVARMEN | 5 2010

**Styring af temperatur rummer
kæmpe sparepotentiale**

Modeller og prognoser



Hvad skal man vælge?

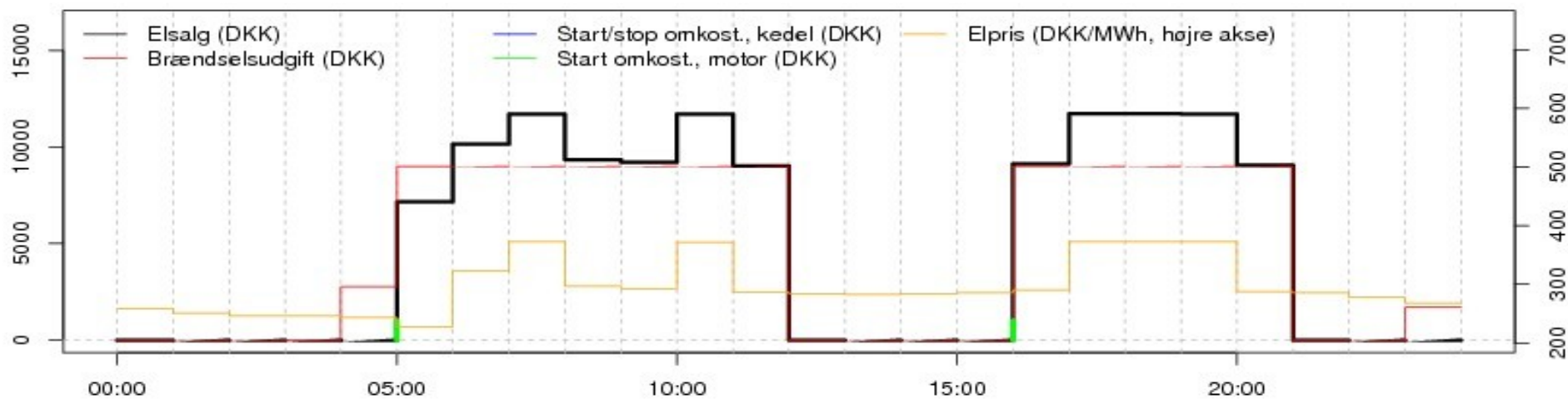
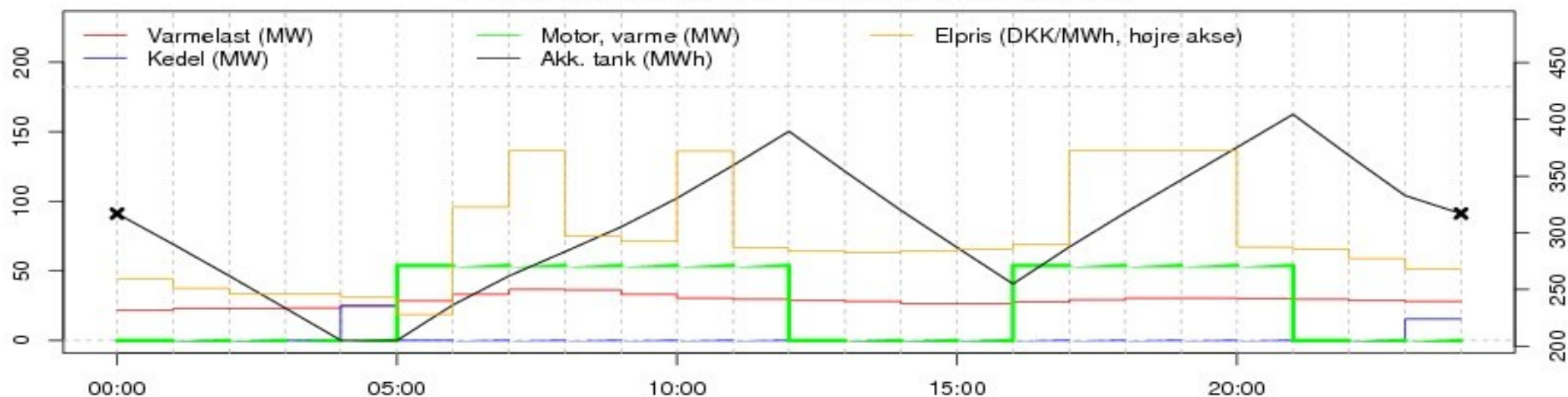
- Vælg **simulationsbaseret styring** når:
 - Der ikke er online adgang til data fra nettet
 - Når der ønskes simuleret en ny driftssituation
- Vælg **prognosebaseret styring** når:
 - Der findes online adgang til data – og dermed online prognoser
 - Der ønskes en automatisk anvendelse af meteorologiske prognoser.
 - Der ønskes en meget vedligholdelseslet løsning



Prognosebaseret produktionsoptimering – herunder optimal anvendelse af akkumulatortank

2009-10-27

'x' markere fikserede værdier af akk. tankens indhold



Konklusion



- **Gevinst ved prognosebaseret styring:**
 - En reduktion af driftsudgifterne på godt 2 mill kr pr. År
 - En reduktion af nettabet på 18%
 - En forbedret kvalitet i reguleringen – f.eks færre voldsomme temperaturændringer
- **Generelt:**
 - Reduktion af nettab på over 10%
 - Fremløbstemperaturen sænkes med 3 – 10 grader
 - En reduktion i spids-belastningen og dermed spidslastproduktionen

Konklusion - fortsat

- Prognose- og databaseret styring giver en automatisk og selvkalibrerende styring
- Forholdsvis simpelt, ingen komplicerede netmodeller og -beregninger
- Netmodellerne er selvkalibrerende
- Øget fokus på nettet
- Viser hvor nettet med fordel kan udskiftes

Tak for opmærksomheden ...

og tak til

DSF, samt EFP-programmet, samt en lang række tidligere studerende og kollegaer



Nogle perspektiver ved brug af data

- Objektiv og mere nøjagtig energimærkning.
- Forslag til energibesparelser:
 - Bør vinduerne skiftes?
 - Bør loftet efterisoleres?
 - Er huset for utæt mod vest?
 -
- Prognoser:
 - Bedre temperatur regulering
 - Smart Grid Flexibilitet
 - Demand Side Management
- Bedre styring af frem- og returtemperatur



Konklusion

- **Data og modeller** giver mulighed for:
 - Objektiv og automatisk **energimærkning**
 - En række **termiske karakteristika** for boligen
 - **Anvisning på energibesparelser**
 - **Intelligent styring med besparelser** – både i k og i fjernvarmesyst.
- **Vigtigt:** Indfør **databasebet intelligent styring** såvel i boliger som i fjernvarmesystemet:
 - Et sæt standardværdier når der anvendes **regel- eller simulationsbaseret styring**.
 - Et andet sæt standardværdier når der anvendes **data- og prognosebaseret styring**.
 - Visning af forbruget giver ikke i sig selv besparelser

