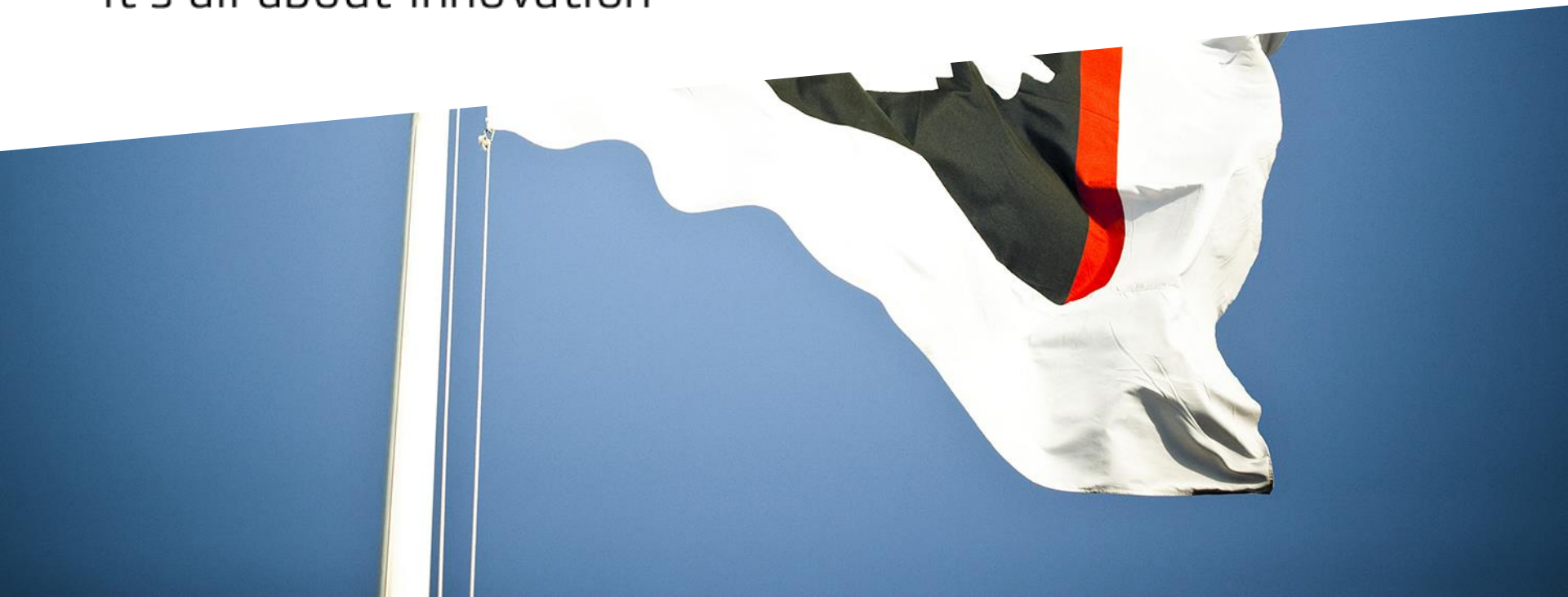




DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

it's all about innovation





DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Optimal drift af varmepumper i et tungt hus

Otto Paulsen



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

El-prisoptimeret drift af et varmepumpeanlæg i et termisk tungt enfamilieshus baseret på en vejrforudsigelse



Metode.

1. Opbyg en dynamisk model model for bygning og varmeanlæg
2. Simuler bygninger et døgn frem
3. Varier reguleringsstrategien og find den strategi, der giver den laveste energi omkostning.
 1. Som altså ikke svarer til det laveste energiforbrug

Model



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

$$C \frac{dT}{dt} = P - S - AU(T_{\text{rum}} - T_{\text{ude}})$$

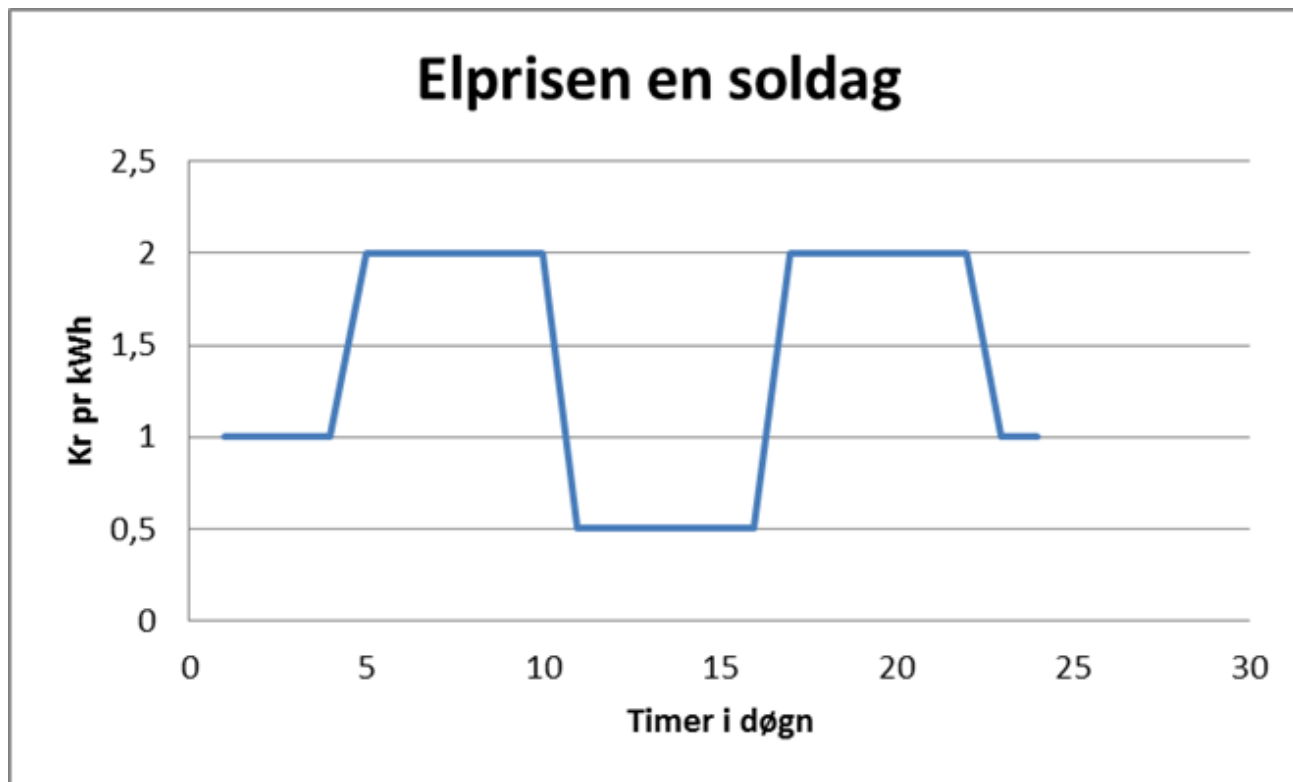
$$\frac{C}{AU} = \text{tidskonstanten for huset}$$

S er solindfald + anden basisvarme time for time

Effekten beregnes af samme ligning idet dT sættes til $T_{\text{set}} - T$ og under betingelsen

$0 < P < P_{\text{max}}$ Dette er en offsetfjeregulator

Når effekten kendes kan T beregnes time for time. Man må nu tilpasse start temperaturen til slut temperaturen, så der ikke ophobes varme i huset. Herefter kan setpunkter forskydes så kriterier for minimumstemperaturer fx er overholdt



COP



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

- 4 ved min effekt = 0
- 2 ved max effekt = 4 kW
- Denne variation skyldes temperaturer på kold og varm side ikke varmepumpens modulation
- Er muligvis lidt overdrevet

Rumtemperatur

- Min 21 Grader
- Max 25 Grader i brugstid

Nogle pointer

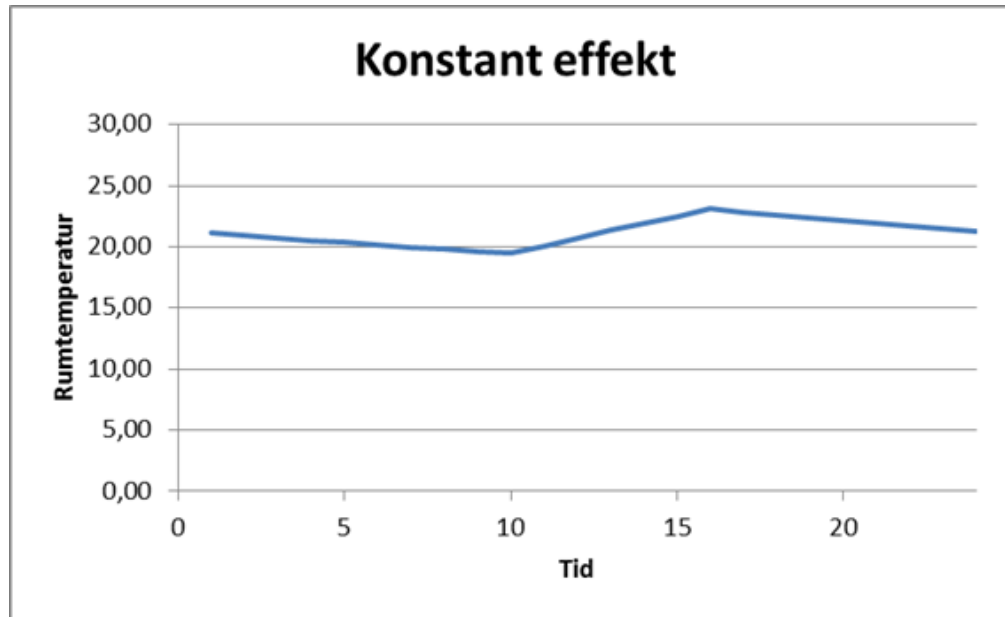
- Aftenen før fås næste dags klimadata og måske også om det er hverdag eller weekend
- Der skal nu findes ved ulineær variationsregning 24 timeværdier for setpunkt eller effekt ved gentagne simuleringer
- Gør man det i hånden skal man simulere 10 – 20 gange før man har fundet optimale forløb
- Matematikken er besværlig tror jeg, men en spændende udfordring

Flere pointer

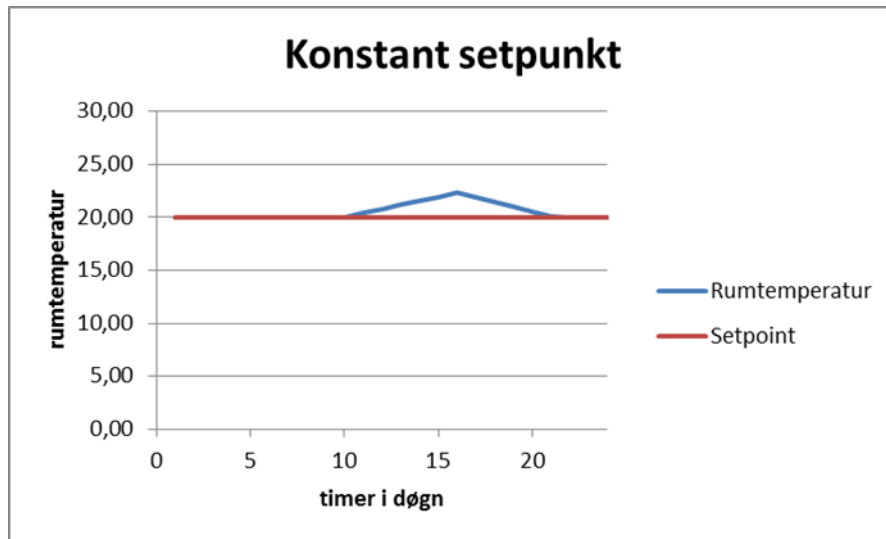


DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

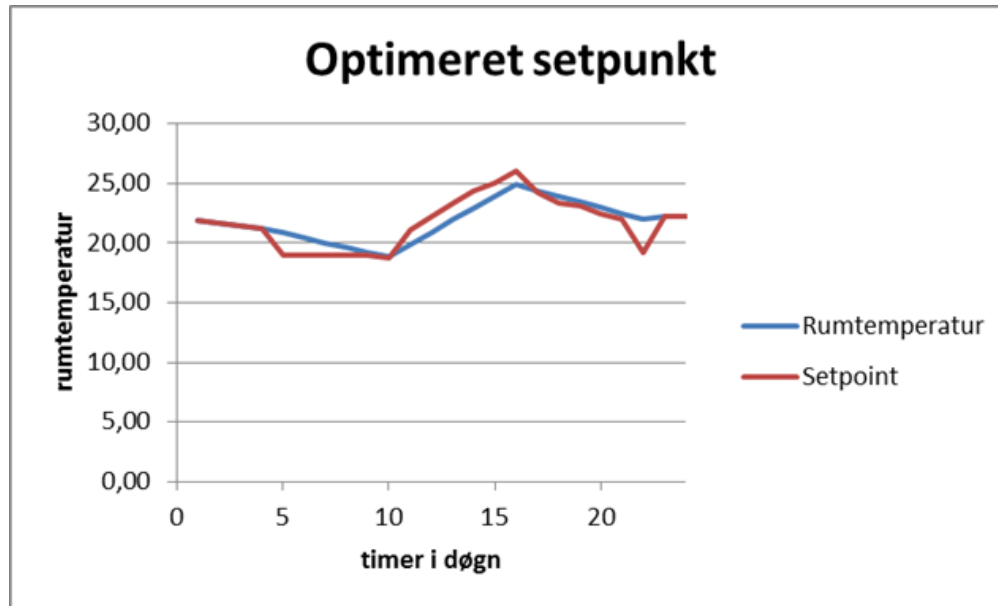
- Simuleringen giver kun mening, hvis der slutes med samme temperatur som der startes med
- Hvis der som basis betragtes konstant effekt døgnet igennem bliver:
- Energiforbruget højere fordi bygningen gennemsnitstemperatur stiger
- Og fordi kondenseringstemperaturen stiger og fordampertemperaturen falder
- Sammenlignes med eksperimenter er det vigtigt at bygningen opvarmes over den laveste anvendelige inden der afbrydes i en periode for undgå "kick back".



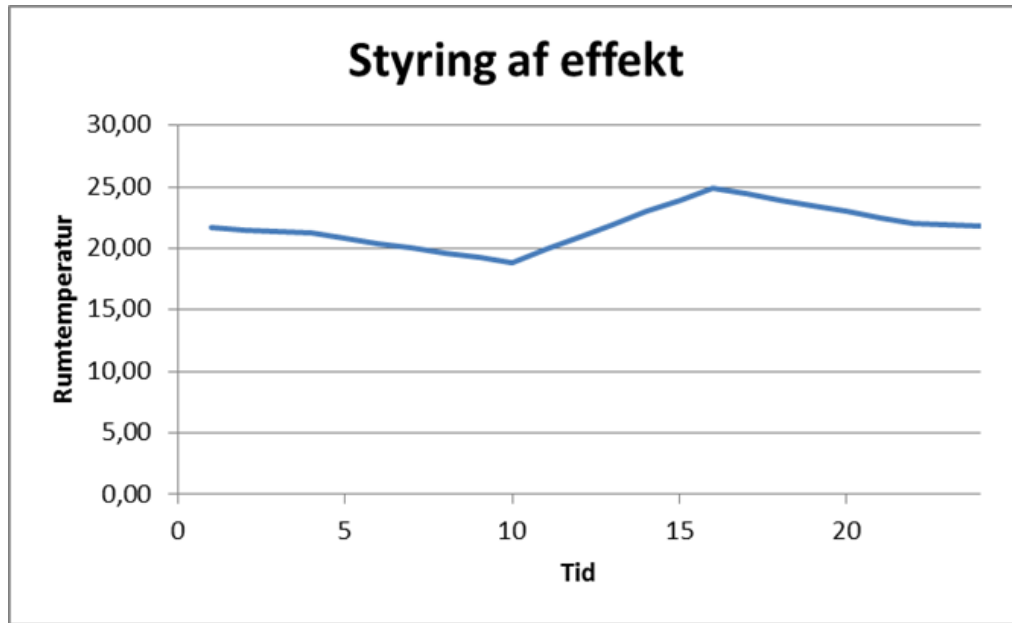
	kr	forbrug VPA kWh	gns. kWh pris	gns effekt	Varme- forbrug pr døgn kWh
Elforbrug	11,2	8,1	1,38	1,12	26,9
Mintemp.	20,0				



	kr	forbrug VPA kWh	gns. kWh pris	gns effekt	Varme- forbrug pr døgn kWh
Elforbrug	13,9	9,14	1,52	1,05	25,3
Mintemp.	20,00				



	kr	forbrug VPA kWh	gns. kWh pris	gns effekt	Varme- forbrug pr døgn kWh
Elforbrug	8,2	13,03	0,63	1,18	28,3
Mintemp.	20,0				



	kr	forbrug VPA kWh	gns. kWh pris	gns effekt	Varme- forbrug pr døgn kWh
Elforbrug	7,8	12,6	0,62	1,18	28,2
Mintemp.	20,0				

Konklusion

- En komforttemperatur må erstattes af et interval fx 21 til 25 grad.
- energiforbruget vil stige i gennemsnit (i eksemplet med 50 %)
- Med fast tarif skal den altså være lavere end 2/3 af den normale takst, altså når man accepterer at elleverandøren fjernstyrer en varmeanlæg. (eller i hvert tilfælde setpunkterne)
- Ved prissignal skal dette være meget kraftigt fx ved at afgifterne følger elprisen.
- En række tekniske fiduser for at finde den optimale strategi
- Og som Ditte viser er en enkelt tidskonstant nok ikke nok og det må kunne udnyttes