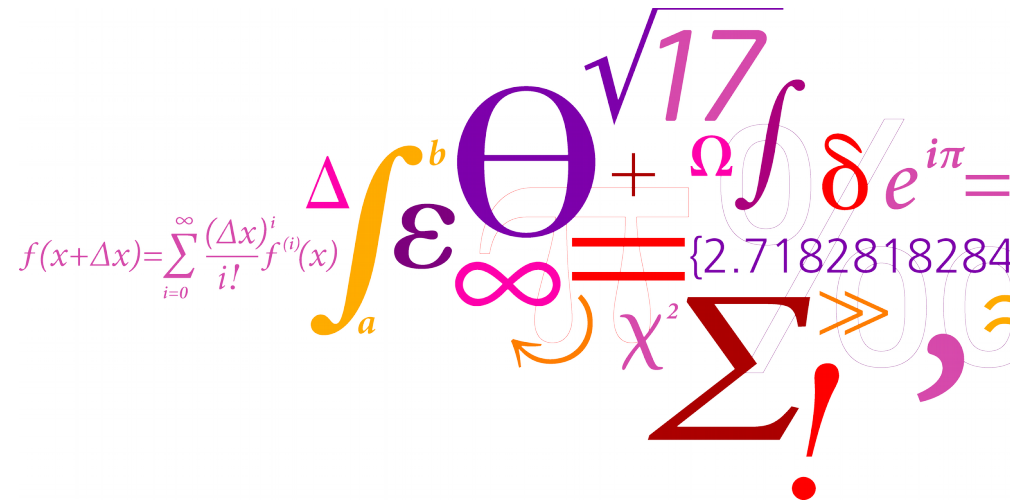
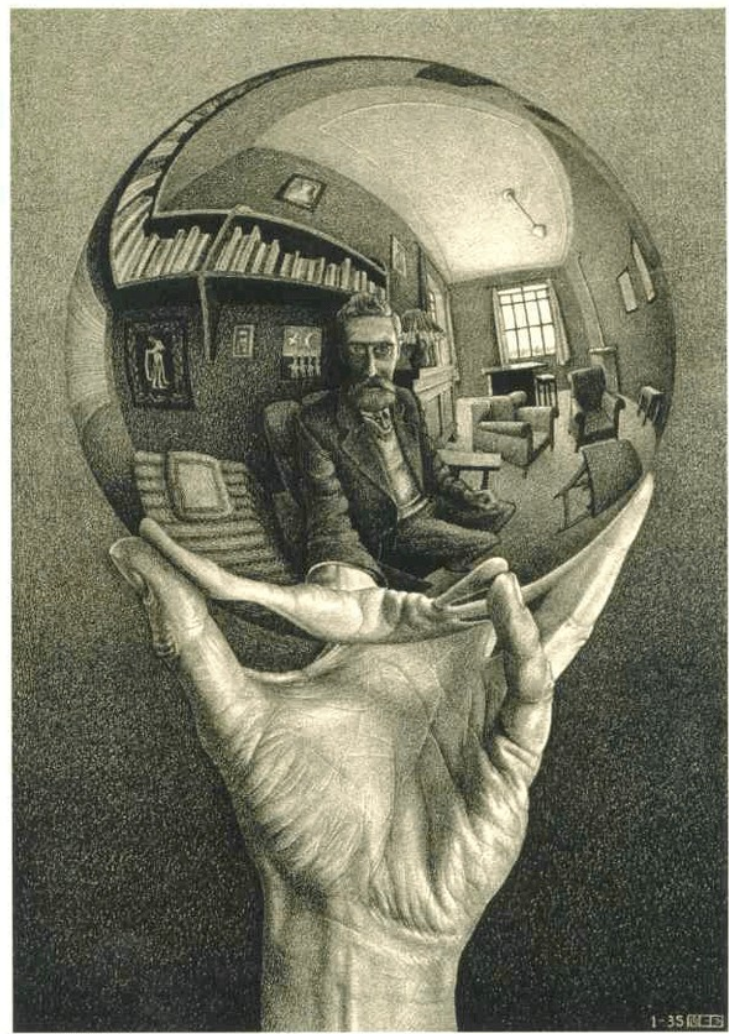


Brug af data ved Energibesparelser, Energimærkning, samt Intelligente (Flexible) Bygninger

Henrik Madsen (DTU Compute)



Oversigt: Brug af måleaflæsninger



- Energimærkning
- Bygningers termiske performance
- Anvisninger på energibesparelser
- Dynamiske modeller
- Temperaturstyring

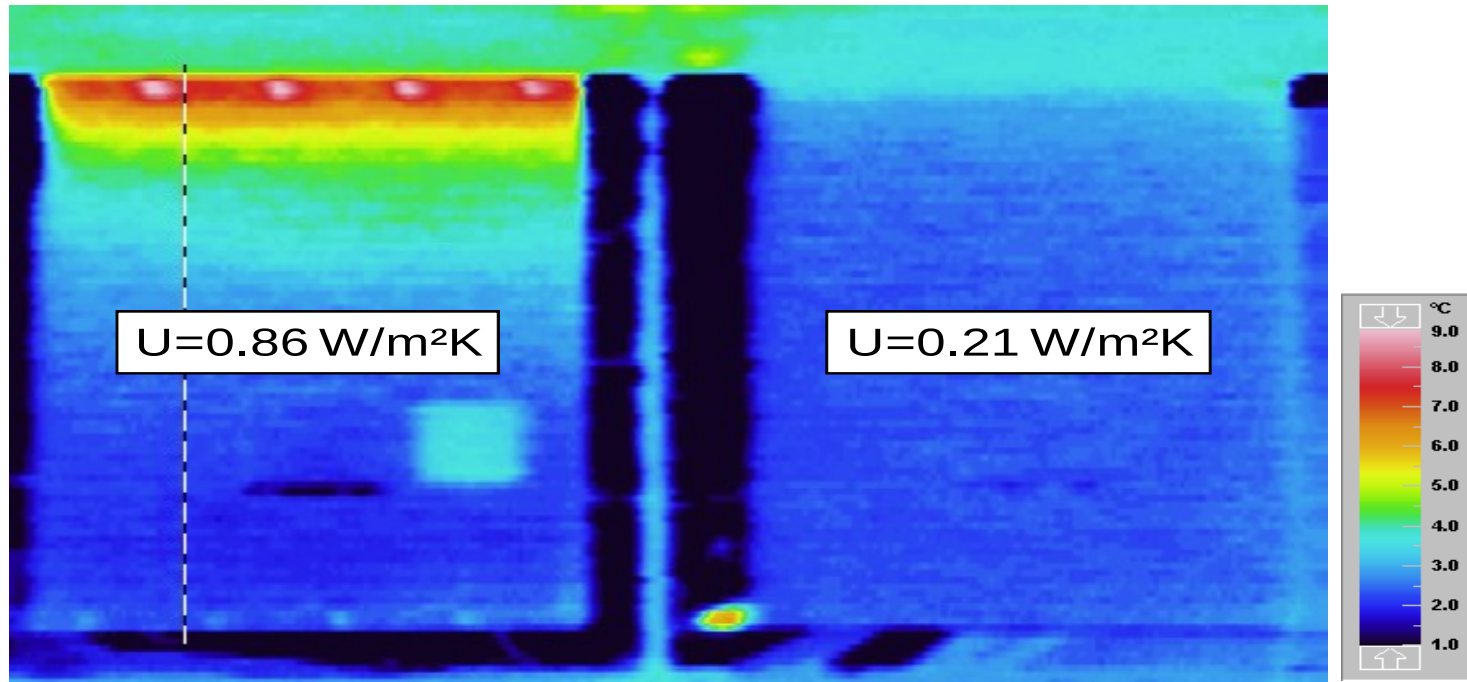
Energimærkning og -besparelser



- Energikonsulenten kan ikke foretage destruktive indgreb – dette giver problemer med den nuværende ordning.
- Der er brug for en ny evidensbaseret metode, som kan 'se' de skjulte dele af bygningen.
- En ny energimærkning kan etableres helt automatisk pga hyppige måleraflæsninger!
- Hvorfor ikke anvende de hyppige måleraflæsninger som snart vil forefindes overalt ?
- Metoden korrigerer automatisk for forskelle i forbrugsmønstre uden at kræve målinger af indetemperaturen (t.ex.)

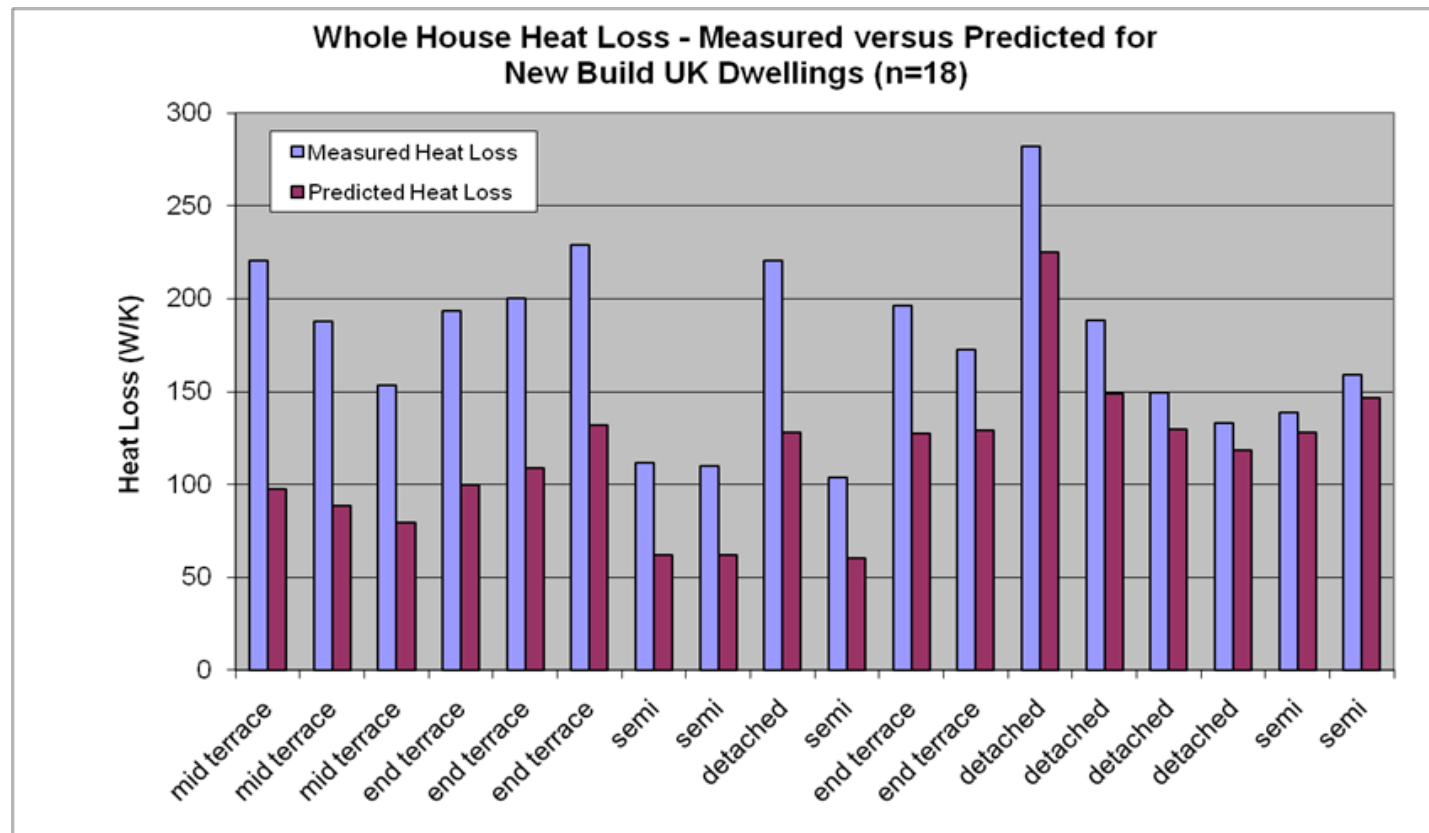


Eksempel



Konsekvens af godt og dårligt håndværk (teoretisk værdi $0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Eksempler (2)



Beregnet og målt varmetab for 18 forskellige huse (England)

Bygningers termiske karakteristika

Karakteristiske respons-værdier:

- **UA-værdi**: Respons ved udetemperatur (W/grad C)
- **gA-værdi**: Respons ved solstråling (W/lux)
- **wA-værdi**: Respons ved vindhastighed (W/(m/s))

Effekten af vindhastigheden afhænger af vindretningen

UA og wA siger noget om isolering og tæthed

gA siger noget om boligens evne til at opfange og udnytte solindfald

Simpel estimation af UA-værdi

- Betragt følgende model (t=dag No.) som estimeres lokalt (i forhold til 't'):

$$Q_t = Q_0(t) + c_0(t)(T_{i,t} - T_{a,t}) + c_1(t)(T_{i,t-1} - T_{a,t-1}) \quad (1)$$

- Estimatet for UA er:

$$\hat{UA}(t) = \hat{c}_0(t) + \hat{c}_1(t) \quad (2)$$

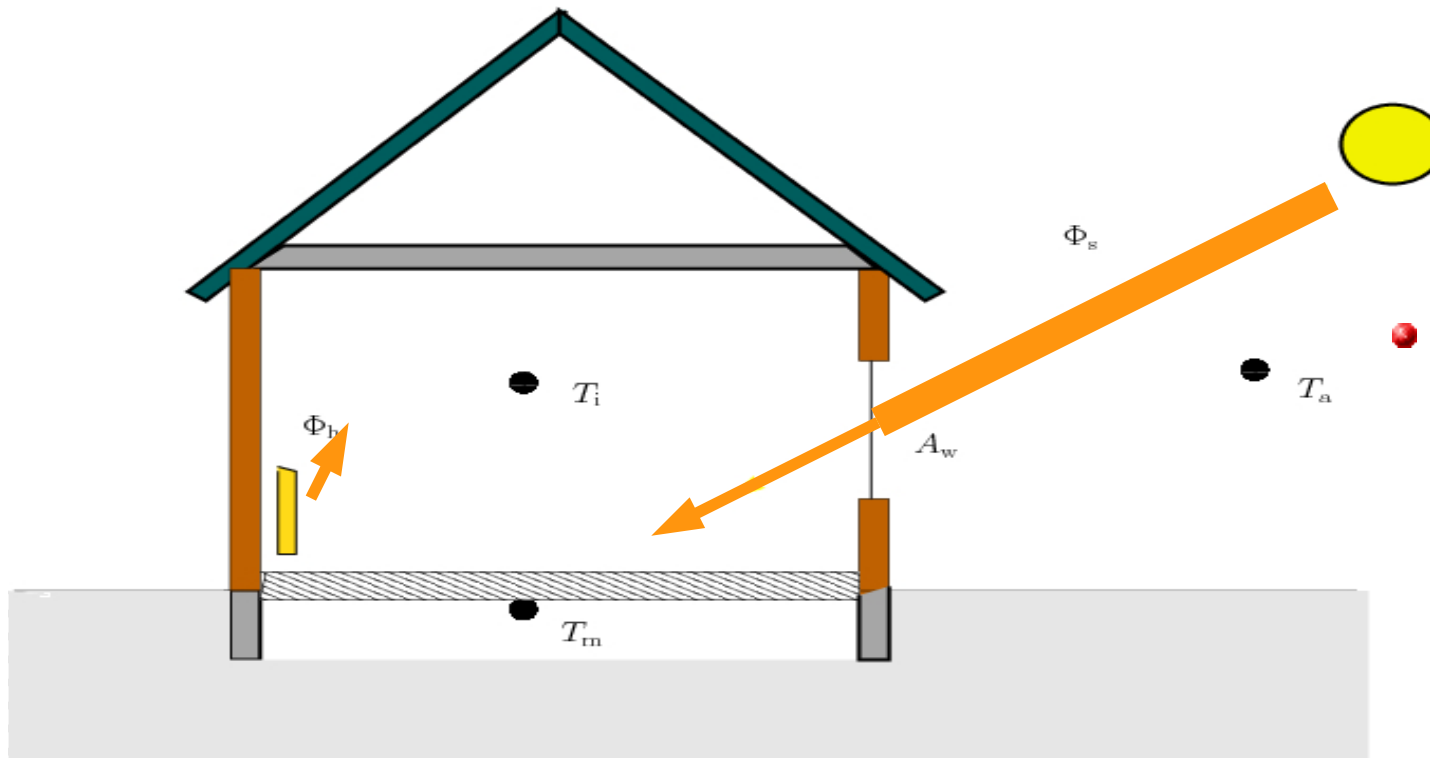
Resultater

	UA W/°C	σ_{UA}	$gA^{\max}$ W	$wA_E^{\max}$ W/°C	$wA_S^{\max}$ W/°C	$wA_W^{\max}$ W/°C	T_i °C	σ_{T_i}
4218598	211.8	10.4	597.0	11.0	3.3	8.9	23.6	1.1
4381449	228.2	12.6	1012.3	29.8	42.8	39.7	19.4	1.0
4711160	155.4	6.3	518.8	14.5	4.4	9.1	22.5	0.9
4836681	155.3	8.1	591.0	39.5	28.0	21.4	23.5	1.1
4836722	236.0	17.7	1578.3	4.3	3.3	18.9	23.5	1.6
4986050	159.6	10.7	715.7	10.2	7.5	7.2	20.8	1.4
5069878	144.8	10.4	87.6	3.7	1.6	17.3	21.8	1.5
5069913	207.8	9.0	962.5	3.7	8.6	10.6	22.6	0.9
5107720	189.4	15.4	657.7	41.4	29.4	16.5	21.0	1.6
.	.	.	.	.	.	.	.	.

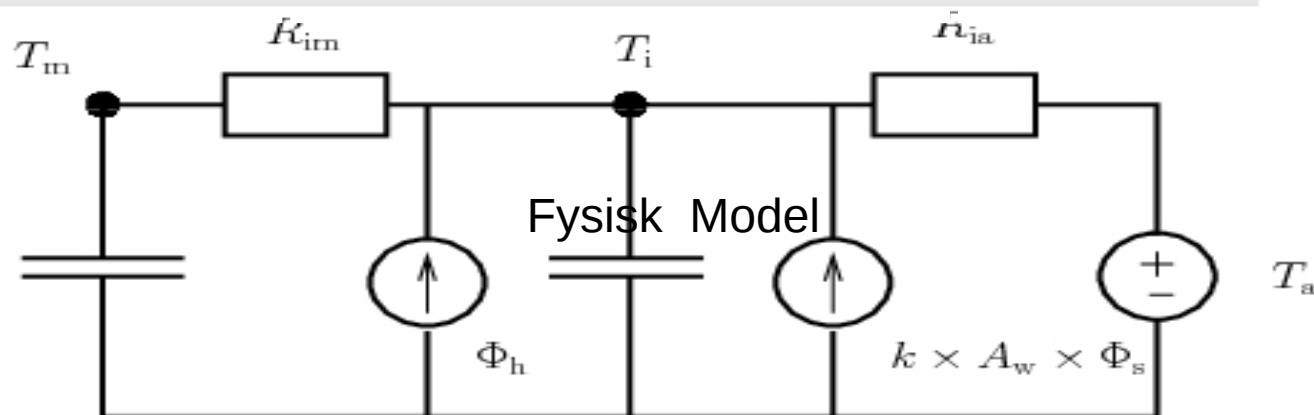
Konklusion omkring karakteristika

- Næsten samme resultater hvor kun fjernvarmeforbruget indgår
- UA værdier baseret på 4 og 24 timer er næsten ens
- GA værdierne for 4 og 24 timer er ikke ens -> vi bør have en **dynamisk model** for mere korrekt at beskrive indflydelsen af solstrålingen
- Lad os se på et muligt WEB indhold

Dynamisk Model

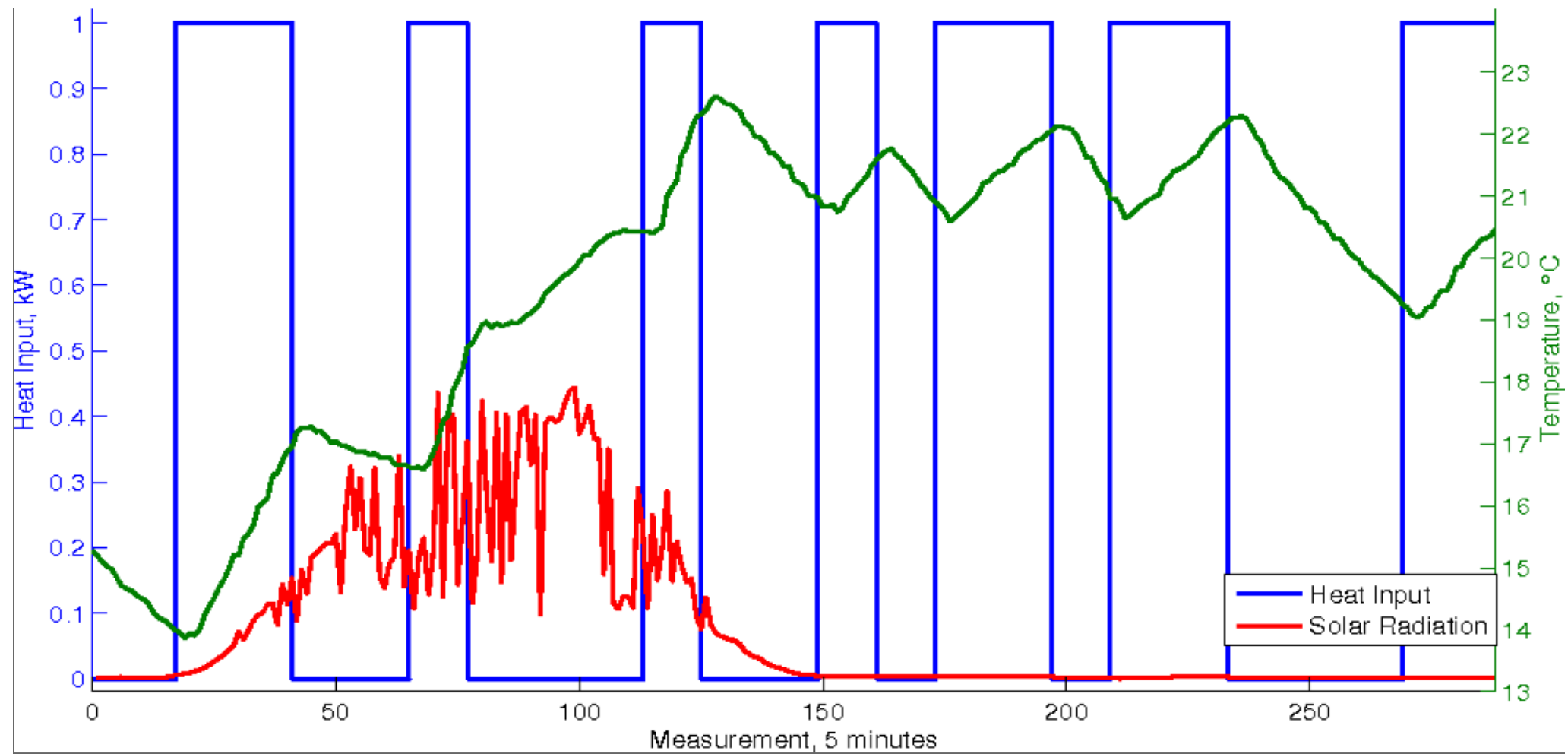


- Målinger:
- (Indetemperatur)
 - Varmeforbrug
 - Udetemperatur
 - Solstråling



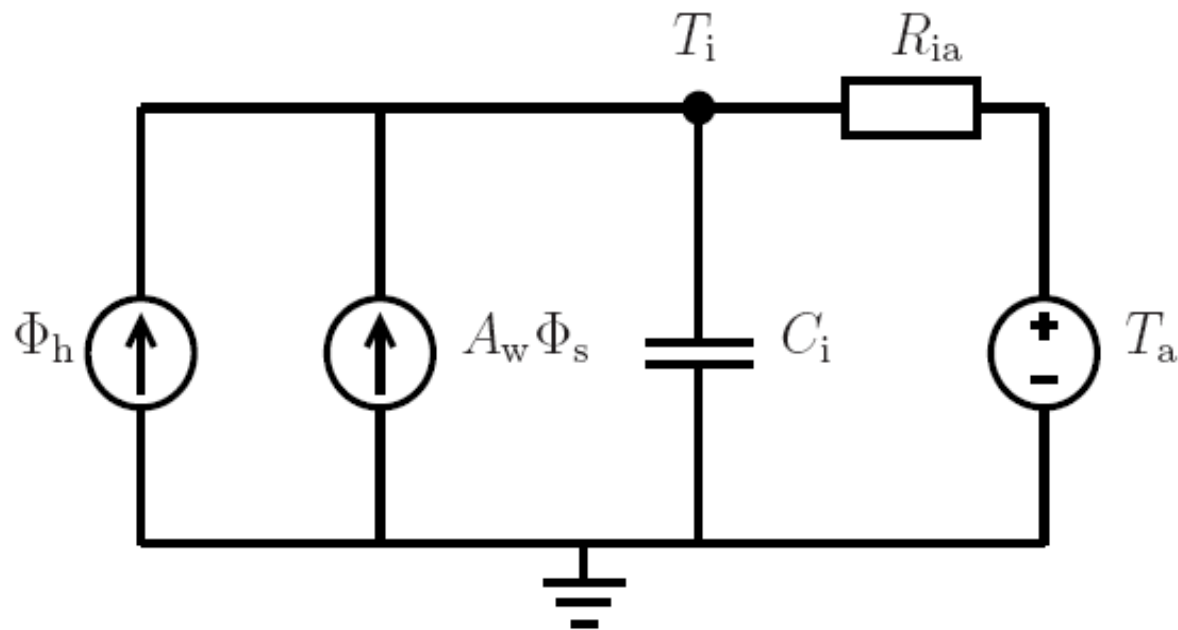


Data

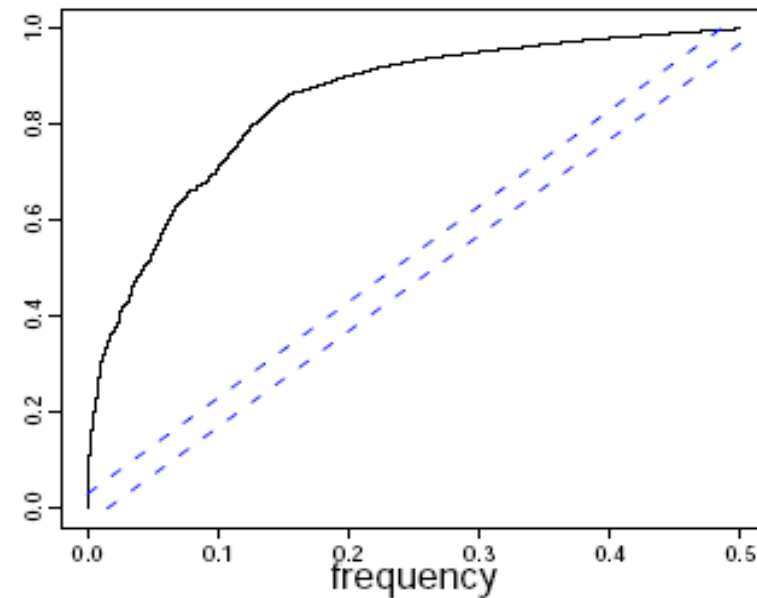
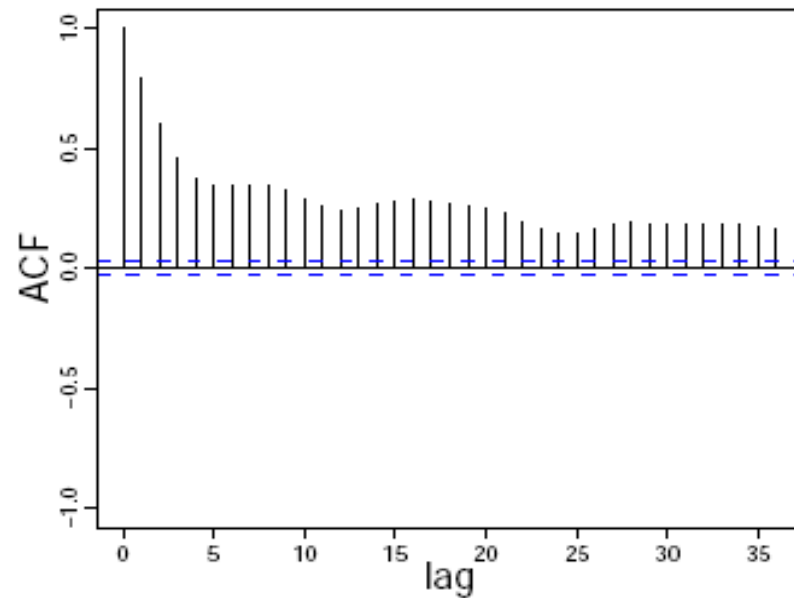


Model A

- Et første bud på modellen (A_w =Areal af vinduerne):

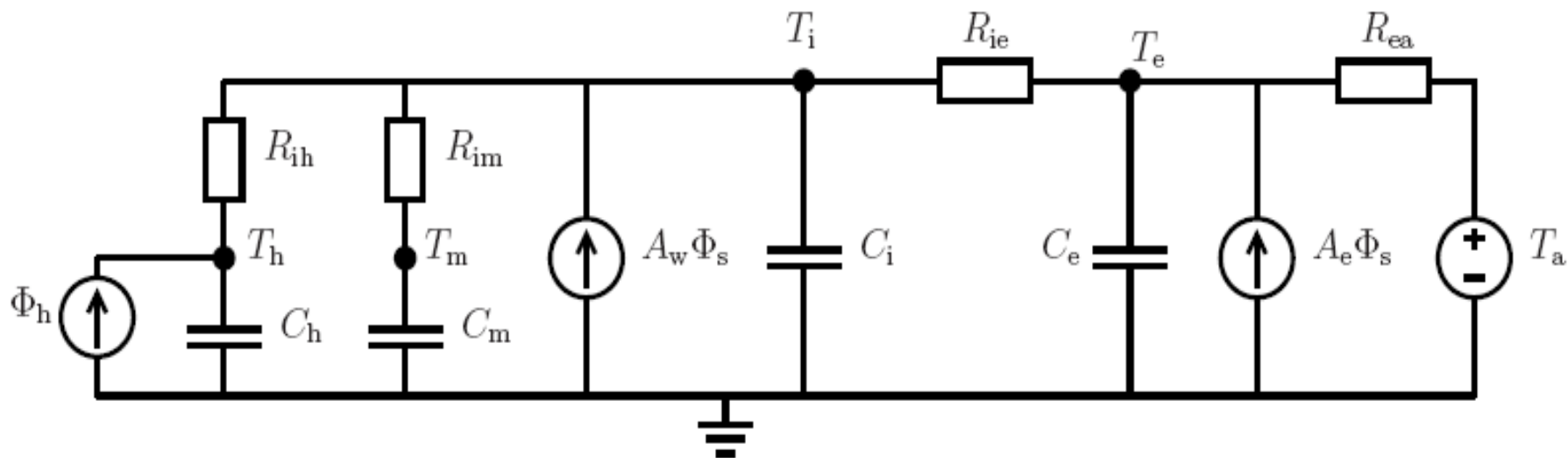


Model Validering (Model A)

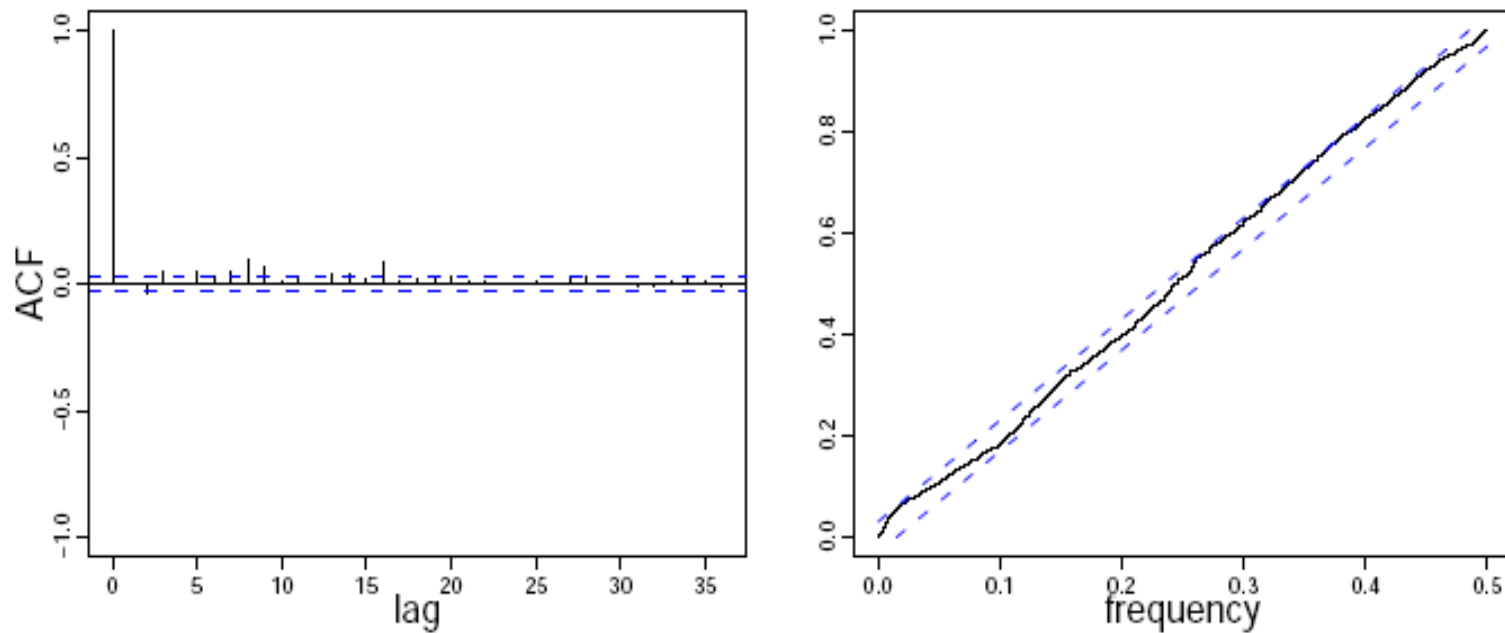


Endelig Dynamisk Model

- Følgende model er fundet v.hj.a statistiske metoder:



Model Validering (Endelige Model)



Perspectives (2)



"Skat, jeg kan se på k-værdierne, at vinduerne skal pudses"

..... om energistyring

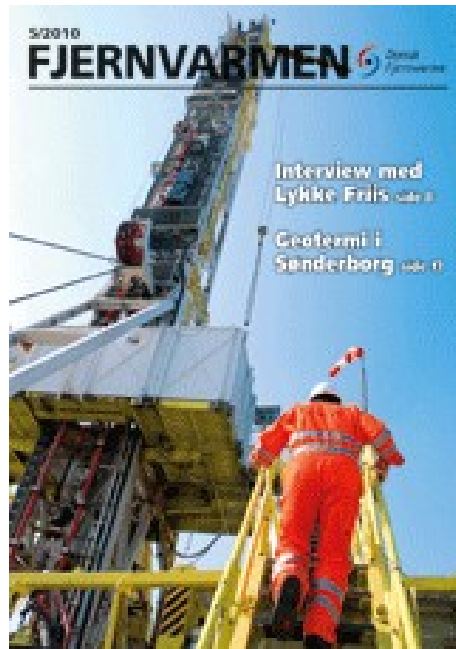
Energistyrelsen

Perspektiver - opsummering

- Automatisk energimærkning.
- Automatisk måling af besparelser
- Forslag til energibesparelser:
 - Bør vinduerne skiftes?
 - Bør loftet efterisoleres?
 - Er hus for utæt mod vest?
 - Bør vinduerne pudses?
 -
- Kan let implementeres på WEB
- Bedre styring (se senere)



Målinger og Styring af Temperatur



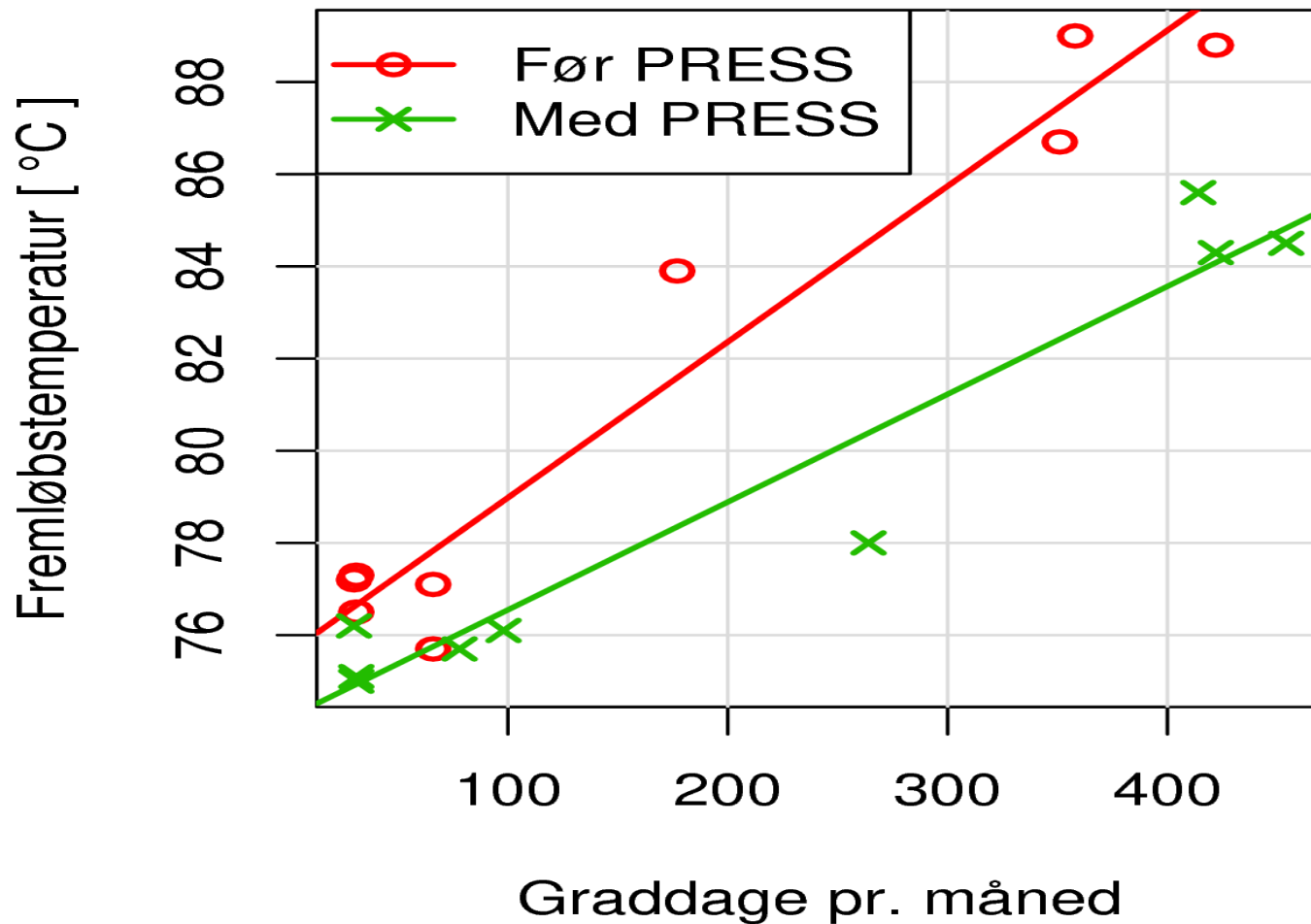
FJERNVARMEN | 5 2010

Undersøgelser viser:

- At **styring ved simulation** af vandtemperatur giver op til **10 pct** reduktion i varmetabet
- At **prædiktionsbaseret styring** ved brug af DATA og modeller giver op til **20 pct** reduktion i varmetabet.

**Styring af temperatur rummer
kæmpe sparepotentiale**

Temperaturer med/uden data baseret styring



Målt besparelse (Reduktion af varmetab = 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.
- $1,566,000\text{kr}/0.65 = \mathbf{2.4 \text{ mill.}}$

Eksempel på problem ift. nuværende energibespareordning



- Energispareordning har givet store tilskud til en simuleringsbaseret løsning (oftest TERMIS TO)
- Mange værker har droppen TERMIS TO igen (for dyrt at holde vedlige og skuffende besparelser)
- Tilskud er udbetalt og investeringen er foretaget – men i en suboptimal løsning.
- Desværre har de ingen motivation for at investere i den data- og evidensbaserede løsning som giver langt de største besparelse
- Energispareordningen blokkerer således for energibesparelser

Data og Intelligente Bygninger

- Vi har udviklet metoder til data intelligent styring af energiforbruget i bygninger (ejendomme, mv.)
- Ved hjælp af data baserede metoder kan man styre opvarmningen efter forskellige kriterier:
 - ★ Mest mulig energieffektivt
 - ★ Mest mulig omkostningseffektivt
 - ★ Mest mulig emissionseffektivt
 - ★ Specielle forhold: Eksempelvis fjernelse af morgen og aftenspids (meget relevant f.eks. i Norge)

Opsummering

- Hyppige måleraflæsninger giver mulighed for:
 - Automatisk og objektiv energimærkning
 - Evidensbaseret energispareordning
 - En række termiske karakteristika for boligen
 - Anvisning på energibesparelser
 - Metoder til bedre styring af varmetilførslen
 - Data intelligent styring / intelligent bygning



Yderligere information ...

- ... send email til:
 - Henrik Madsen (DTU Informatics)
hm@imm.dtu.dk
 - Henrik Aalborg Nielsen (ENFOR a/s)
han@enfor.dk
 - Peder Bacher (DTU Informatics)
pb@imm.dtu.dk
 - Stig Mortensen (ENFOR a/s)
sbm@enfor.dk