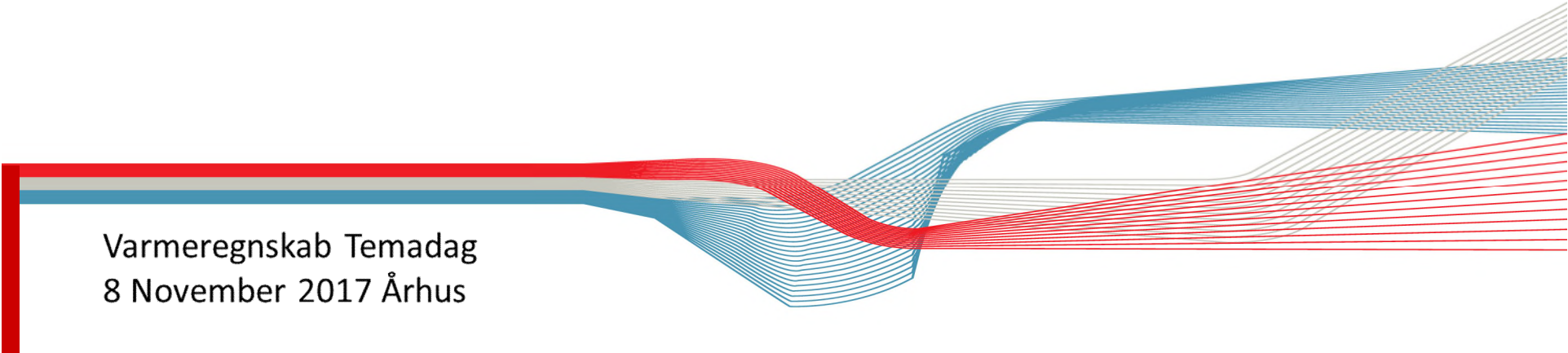




**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Varmefordelingsmålere og varmeregnskaber

Dimensionering af målere, skalafaktorer, 3. partsundersøgelse, gennemgang af
nogle sager
af
Otto Paulsen
Teknologisk Institut
Tåstrup



Varmeregnskab Temadag
8 November 2017 Århus



Dimensionering, dette har med T_{min} at gøre

1. LEGALE MÅLEDATA

Apparat	Kompakt-måler eller måler med fjernføler
Målemetode	2 - føler - måling med ligelig indflydelse af luft og radiatorføler i den almindelige driftsituation
Basisilstand	Middel radiatorvandstemperatur, $t_m = 50^\circ\text{C}$. Reference-rumtemperatur, $t_L = 20^\circ\text{C}$. Placering i 75% højde af radiator.
Anvendelsesgrænser	$t_{max} = 110^\circ\text{C}$ ved kompaktmåler. $t_{max} = 130^\circ\text{C}$ ved måler med fjernføler. $t_{min} = 35^\circ\text{C}$ ved 2-føler-måling, når Delta $T_{start} = 3\text{ K}$ ellers $t_{min} = 45^\circ\text{C}$



Varmefordelingsmålere måler en radiatortemperatur og nogle gange en lufttemperatur og skal derefter forsøge at gætte varmeydelsen

Dette kan kun gøres med tilnærmelse:

- Måleusikkerhed, usikkerhed i balance mellem stråling og konvektion
- Usikkerhed på radiatorens ydelse – skalafaktorer
- Usikkerhed ved montering og hvilket punkt måleren faktisk måler i
- Generelle systembetingede fejl, herunder det ”bedste” monteringspunkt
- Startforhold
- Vi hjælpes meget af, at det er ens for alle
- Kræver høj kvalitet hele vejen igennem, dvs. godt udstyr, præcis montering, gode databaser for ydelser og sikker identifikation af radiatorerne

- Der skal ske og sker også løbende forbedringer



Nye målerbekendtgørelser 1166 og 1167, erstatter nr 70.

- 1166 Bekendtgørelse om varmfordelingsmålere, der anvendes som grundlag for fordeling af varmeudgifter¹⁾⁾
- 1167 Bekendtgørelse om krav til målerinstallatører, som monterer, skalerer og servicerer varmfordelingsmålere

Hvis $T_{min} < 35$ kan måleren installeres på ethvert varmeanlæg.



- Teknisk hovedindhold 1166
- 1. Ønsket sammenhæng mellem T_{min} og ΔT start er med
- 2. Data skal kunne præsteres til brug for slutbrugeren:
 - 1) Fabrikat og type for de anvendte varmfordelingsmålere.
 - 2) Radiatorfabrikat og radiatormodel.
 - 3) Radiatorstørrelse ved angivelse af længde, højde og dybde.
 - 4) Radiatorernes varmeydelse.
 - 5) Monteringspunktet for de anvendte varmfordelingsmålere.
 - 6) De anvendte skalafaktorer uden indregnet korrektion for udsat beliggenhed



Hovedindhold

- Ingen kontrol manual, men certificerede installatører.
- 2) At der anvendes varmfordelingsmålere med et funktionsområde, der stemmer overens med radiatoranlæggets dimensionerede temperaturer, som defineret i DS/EN 834 eller DS/EN 835. Dette sikres på følgende måde:
 - a) **Målere med en minimumsanvendelsestemperatur, t_{min} , på 35 ° C eller derunder må anvendes på ethvert radiatoranlæg.**
 - b) Målere med en minimumsanvendelsestemperatur, t_{min} , højere end 35 ° C må anvendes på radiatoranlæg, for hvilke det gælder, at radiatorernes middeltemperatur ved den dimensionerende udetemperatur, $t_{m,A}$, er højere end eller lig med målerens minimumsanvendelsestemperatur, t_{min} . Uligheden skal være opfyldt for alle lejligheder i afregningsenheden, idet $t_{m,A}$ skal beregnes på grundlag af lejlighedens dimensionerede varmetab og den samlede radiatorydelse i lejligheden.
- 3) At varmfordelingsmålere skaleres korrekt i forhold til radiatorernes varmeydelse, W , og varmeovergangen, c , mellem radiator og måler. Radiatorernes varmeydelse skal være dokumenteret ved katalogværdier eller testresultater og varmeovergangsforholdene skal være dokumenteret ved testresultater efter DS/EN 834 og DS/EN 835.
- 4) At varmfordelingsmålere monteres korrekt i henhold til typegodkendelsen.



Dimensionering

Skal $T_{m,A} > T_{min}$ på:

1. Ejendomsniveau
2. På lejlighedsniveau
3. På radiatorniveau

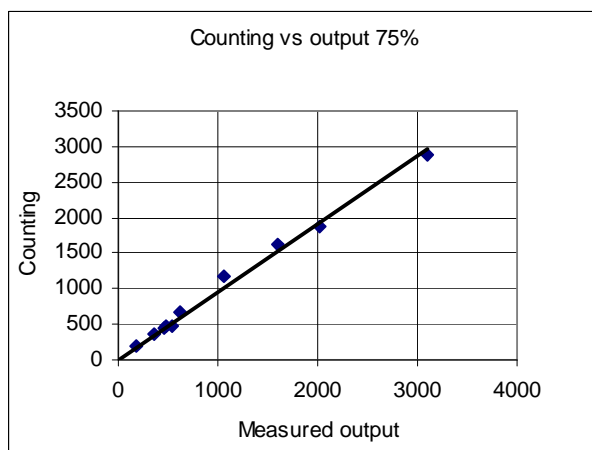
Wg 1 i CEN siger ejendomsniveau, Nu er lejlighedsniveau præciseret.

For høj T_{min} giver:

Straf til dem, der bruger meget og fordel for dem, der bruger lidt



Målenøjagtighed (fordelingsnøjagtighed)



Ved korrekt dimensioneret måler
Siger vi $\pm 10\%$, altså at antallet af delinger kan være op til ca. 10% forkert og det må man leve med!



Valg af målere, de nye bekendtgørelser

**Hvis $T_{min} \leq 35$ grader:
Måleren kan installeres på ethvert varmeanlæg**

**Hvis $T_{min} > 35$ må man beregne
Også indført i den nye bek.**



Hvad med de gamle anlæg

- Efterisolering, nye vinduer, ventilation med varmegenvinding gør radiatorerne større i forhold til varmebehovet



Sag i Køge

■ Lagt sag an:

Vil ikke acceptere varmeregnskabet, fordi målerne er uegnede. Det var fordampningsmålere med $T_{min} = 60$ grd.

I hendes lejlighed $T_{m,a} \sim 52$ C < 60 C

Dommen gav hende medhold. Målerne var givetvis egnede på monterings tidpunktet



3. parts kontrol

- afhænger af den konkrete sag og hvad der spørges om
Det mest almindelige: hvorfor skal *jeg* betale så meget ?

1. Vurdering af spredningen i forhold til klageren
2. Skalafaktorer, Radiatorydelser
3. Montering
4. Beregning af temperaturer
5. Korrektioner, Fordelingsnøgle,
6. Egnethed, T_{min}
7. Test af nogle målere



Kvalitetssikring generelt

Den skal indeholde så meget information, at en 3. parts kontrol er mulig.

Som minimum:

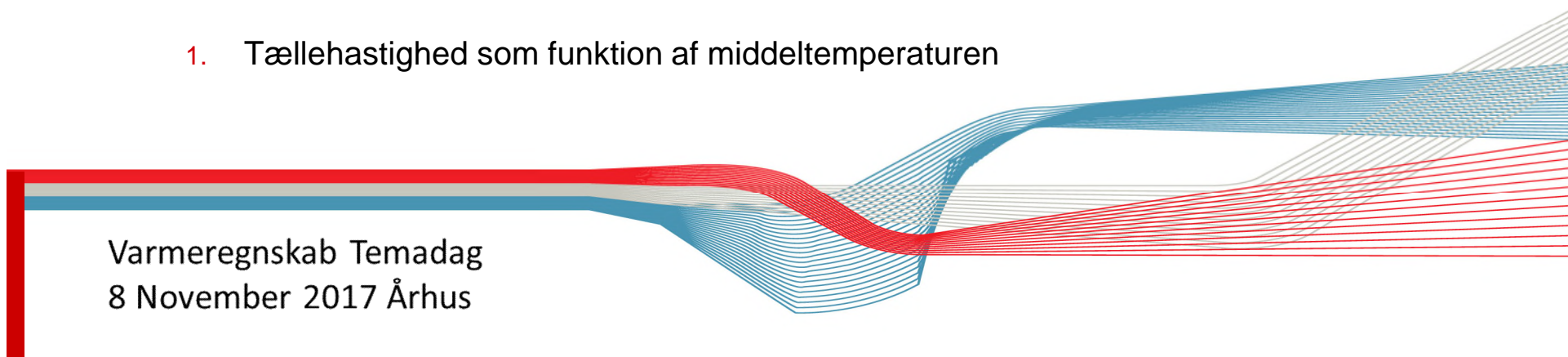
1. Dimensioneringen af målere (Målere med $t_{min} \leq 35 \text{ C}$ må anvendes uden videre)
2. Ydelse og ID for hver eneste radiator (man betaler ligeså meget for skalaen som for tællingen)

Hvis radiatorerne er forskellige (blanding af søjle og panel)

1. c - værdien for hver eneste radiator

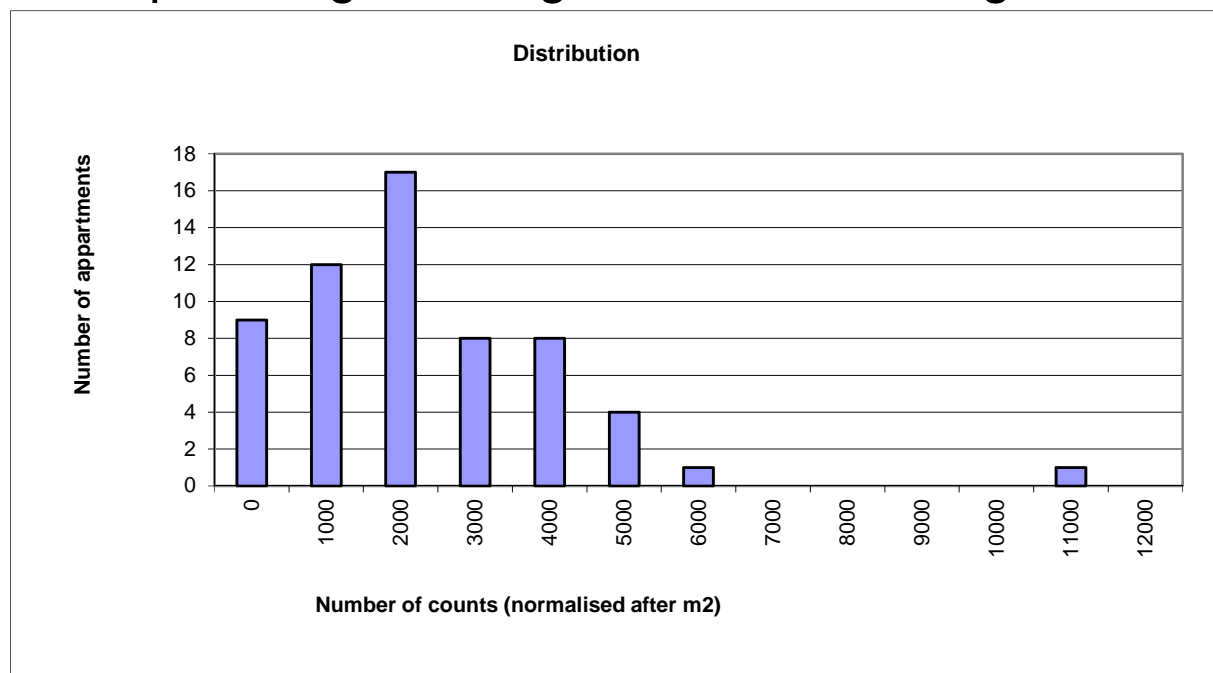
Hvis man skal *opklare* en sag så burde også dette med:

1. Tællehastighed som funktion af middeltemperaturen



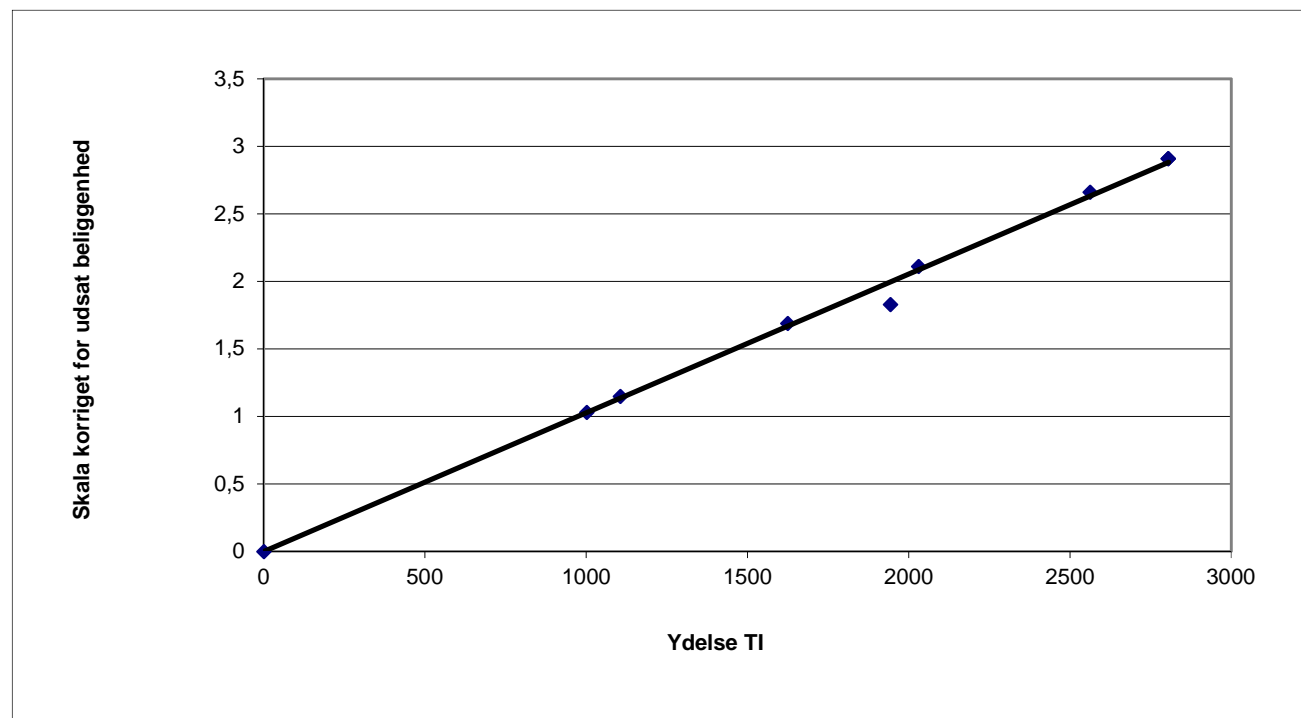


Sag 1: For stort varmeforbrug: 1. Kig på forbruget:
Stor spredning i forbruget. Hvem mon klagede her ?



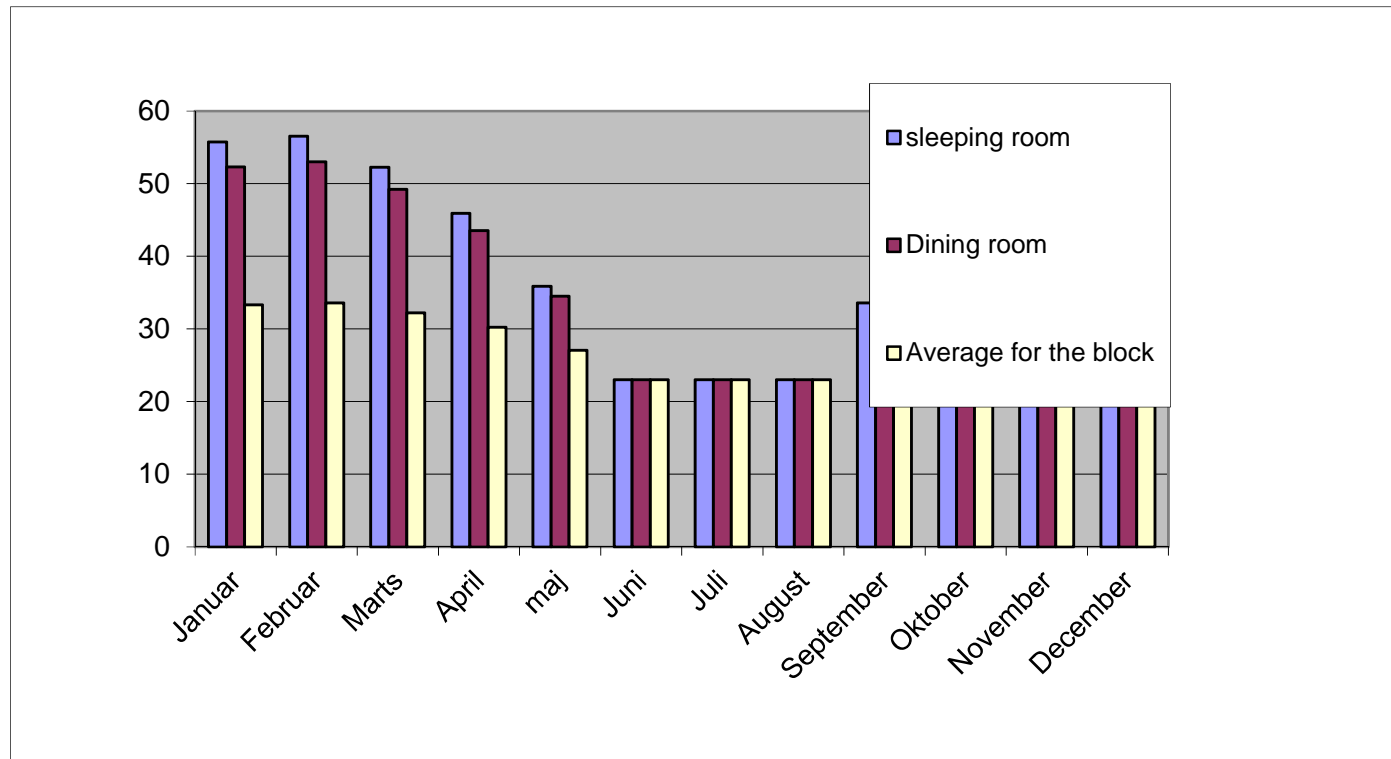


Skalaer: Hvis man ikke kan få ydelserne må man undersøge flere lejligheder, her tre lejligheder, herunder en der bruger 10 % af naboens forbrug sic! af klagerens forbrug





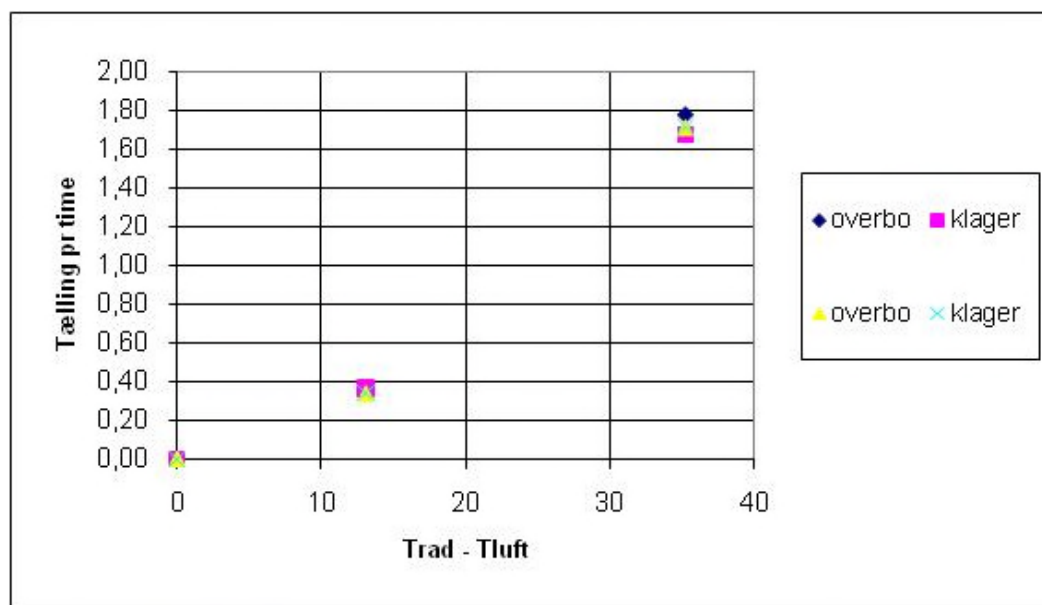
Det kan faktisk godt passe. Beregn den temperatur som ville give denne tælling





Test af to målere:

Der er ikke signifikant forskel på klageren og overboen med 10 % forbrug





$T_{min} = 40$ grad. C for målerne

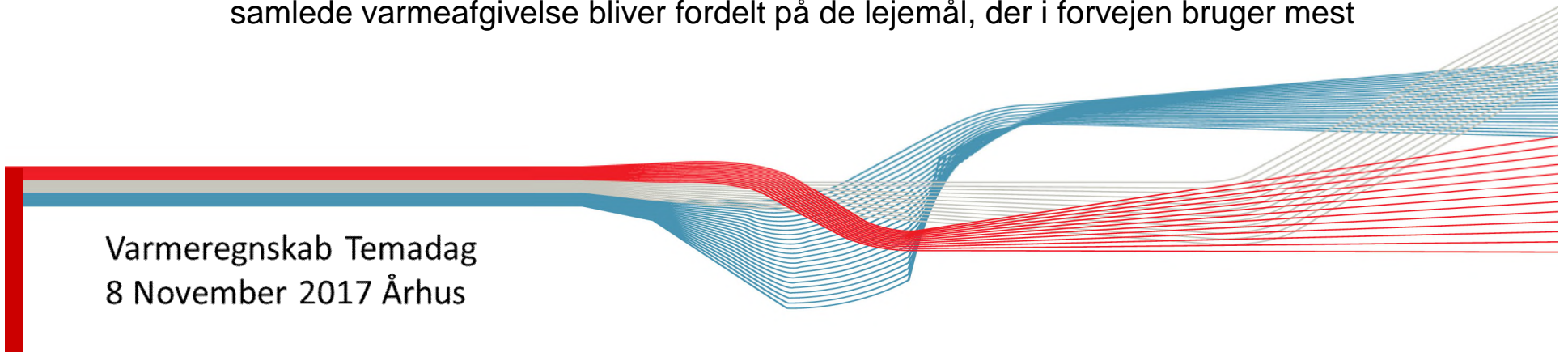
- I januar med ca. 55 % belastning kan køres med $T_m = 33$ grader ved måleren
- Dette giver ca $T_{m,A} = 40$ grader ved -12 C.
- Målerens T_{min} er 40 grad C

■ Det var altså på kanten

■ Vi checkede også de to lejligheder med overslagsmæssig varmetabsberegning, bemærk at ventilationen betyder rigtig meget i små lejligheder.

-og da var alt ok

- En korrektion er umulig, men overslagsmæssigt vil måske 10 % - 15 % af den samlede varmeafgivelse bliver fordelt på de lejermål, der i forvejen bruger mest





Bygningsfysik

Indvendig lejlighed:

- 25 – 40 % merforbrug pr grad. Temperatur
- 3 - 5 grader højere end naboerne + 1 gang luftskifte i timen kunne stort set forklare forbruget. Det kunne måske også forklare naboens lille forbrug
- Den endelige sandhed kendes ikke. Der var noget med at termostaterne var gået itu og afmonteret og at vinduerne stod åbne altid

- Konklusion: Der var ikke noget at komme efter mht. målingen.



Korrektioner og fordelingsnøgle

- Korrektioner var ok i forhold til leverandørens forskrifter (der måske ikke er ideelle)
- Fordelingsnøgle:
Temperatur metoden eller fifty/fifty metoden ville begge betyde, at klageren ville komme til at betale ca. 60 % mere end gennemsnittet. Hvis merforbruget kunne tilskrives rumtemperaturen alene, så er dette helt rimeligt.

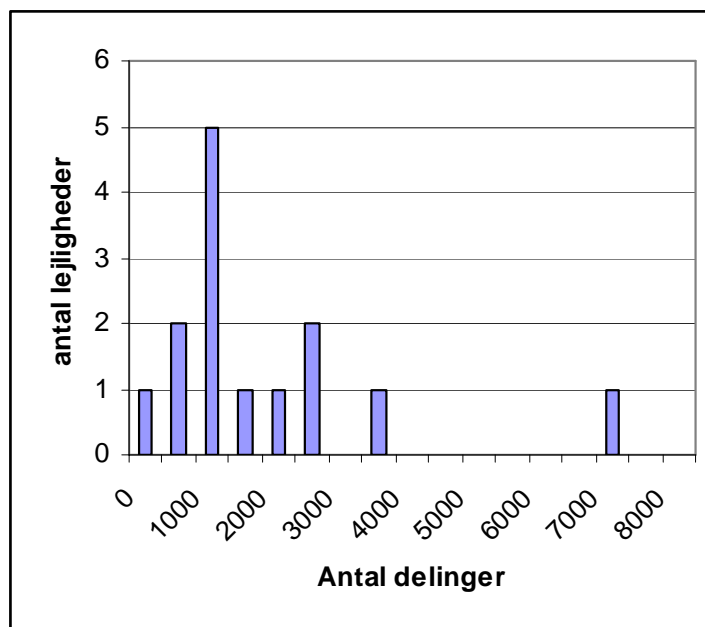


Sag 2 Frederiksberg

- En forbruger klager over et meget stort forbrug, ca. det dobbelte af gennemsnittet.
 - Beboerklagenævnet nedsætter skønsmæssigt regningen til det halve
 - Boligselskabet lægger med det samme sag an for at få sine penge
-
- Metode: Funktionschecke målere, Check varmefordelingen i ejendommen og skalafaktorerne
-
- Så må de mere sofistikerede forhold vente.



Varmefordeling i et antal ens lejligheder



Nej det var ikke den, der brugte mest, der klagede.



Radiatorerne



Varmeregnskab Temadag
8 November 2017 Århus



Men der var sørme knas med skalaerne

Måler nummer	Endelig skala	Udsat bell. %	Radiator delse q60	Kc værdi	Radiator type/ dimensioner	Tælling tot 2003
1594	82	0,05	4498	1,02	Henrad pkpkp	2866
1593	40	0,05	1863	1,2	Tasso?*)	1219
1595	30	0,25	1782	1,2	Tasso *)	4
						4089

NYT SKEMA MED RETTELSE:

Måler nummer	Endelig skala	Udsat bell. %	Radiator delse q60	Kc værdi	Radiator type/ dimensioner	Tælling tot 2003	Korrigeret tælling
1594	70	0,05	3848	1,02	Ludvig pkpkp	2866	2447
1593	40	0,05	1863	1,2	Tasso L	1219	1219
1595	30	0,25	1782	1,2	Tasso L	4	4
i alt 2003						4089	3670



Konklusion

- Der var ikke grund til at måle i laboratoriet
- Men det er noget skidt, at der er fejl i skalaerne. Det ses dog ikke sjældent
- Der skal være mere check på kvalitetssikringen

- Firmaerne skal være flinkere til at rykke ud
- Beboerklagenævnene skal vide lidt mere om varmeregnskaber (Nu kan det jo være et enkeltstående tilfælde)



Sag 3

- Ejerforening på Amager, kun tre lejligheder i hver din etage, men nogle kamphaner må man sige!
- Problem: midterlejligheden betalte 40 til 50 % af varmen, der ikke bare kunne forklares ved dårlige vinduer
- Stuelejlighed havde glæde af varmetilskud fra teknikrummet og rådede over et kælderrum med trappe fra stuen også med tilskud fra rør mm.
- Det drejede sig ikke om de store beløb, men sagerne kan jo gå i hårdknude.
- Vi foreslog fifty-fifty princippet, baseret på de indvendige arealer og en varmetabsberegning, men:
- Problem: Skal varmetabsberegningen foretages efter den oprindelige tilstand af ejendommen eller med hensyntagen til nye lavenergivinduer i to af lejlighederne.



- Vi lavede begge beregninger og tillod os at gøre opmærksom på bekendtgørelse og vejledning:
- Korrektion skal i princippet være baseret på en varmeberegning
- Hvis forskellen i energiforbrug indgår på anden måde fx. i salgsprisen kan man undlade korrektionen

- Beregnede det teoretiske varmeforbrug med udvendig og indvendig varmetransmission. Medregnede kælderen (kontor) med halve areal.

- Finder W/m^2 for hver lejlighed. Finder den mindste værdi, der er tælleren i beregningen af korrektionen for de øvrige lejemål

- Herefter ganges med arealerne for få fordelingstallene

- Halvdelen af varmen fordeles efter disse tal og den anden halvdel efter måler



Resultatet blev et forlig

- Den øjeblikkelig varmetekniske tilstand skal anvendes
- Dette betyder altså at den energibesparelse som den enkelte financierer blev uddelt forholdsmæssigt til de øvrige.
- Man blev enig om at anvende den foreslåede nøgle



Klagesag:

Nye målere med lille startdifferens
Tælling med lukkede radiatorer
Stor spredning i regningerne
Megen ophidselse
Opgave: gennemgå systemet.
En-strengsvarmeanlæg med armatur under radiatoren

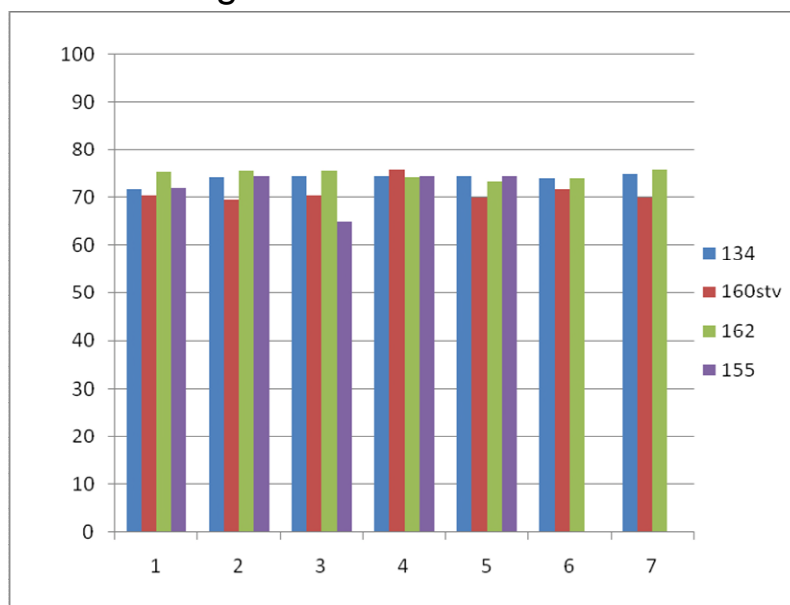
Metode:

Check montering og skala, kig på fordelingsnøglen



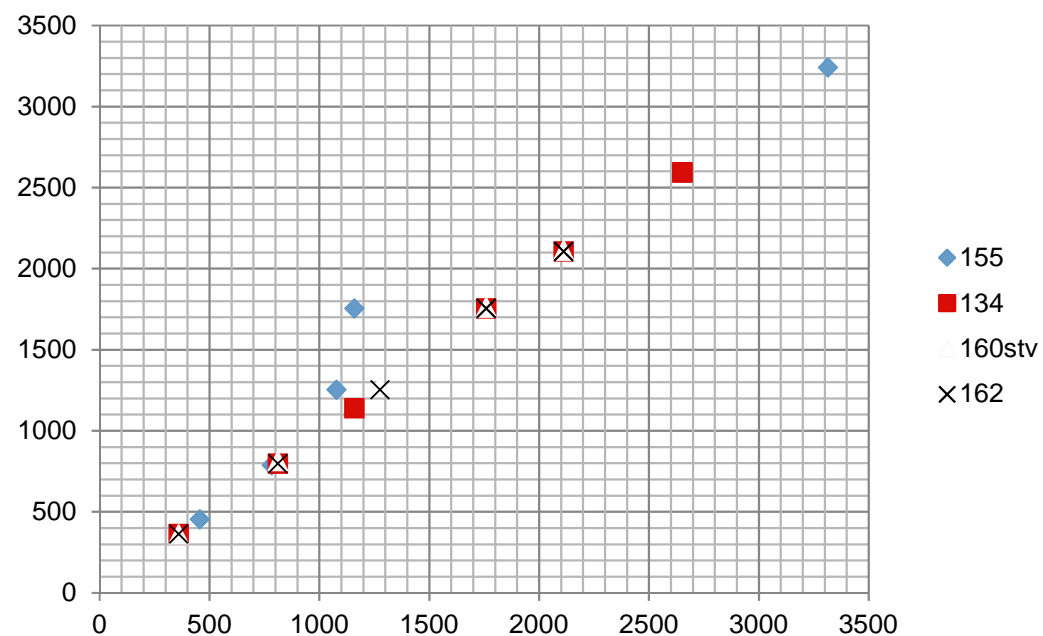
Målerplacering 7 lejligheder

75 % er korrekt montering





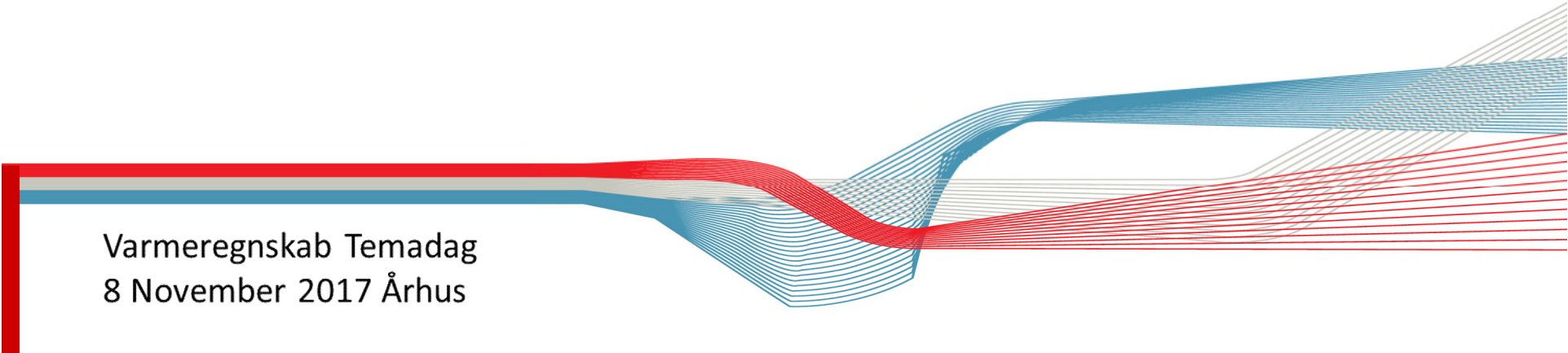
Skalaer





Tælling for lukket ventil

- Lille radiator håndvarm
- Der kan være lidt knas, at de store radiatorer ikke bliver så varme
- Alt for høj varmekurve



Varmeregnskab Temadag
8 November 2017 Århus



Løsning

- Genmontering af målere
- Rettelse af skalaer
- En beregning af en korrektion er mulig inden for visse grænser af montering
- Slå fast, at der skal betales for varmen også den man ikke kan lukke for
- Bemærke at varmesmitten mellem lejligheder kan medføre urimeligheder og et fornuftig fordelingsnøgle kan overvejes



Andre forhold

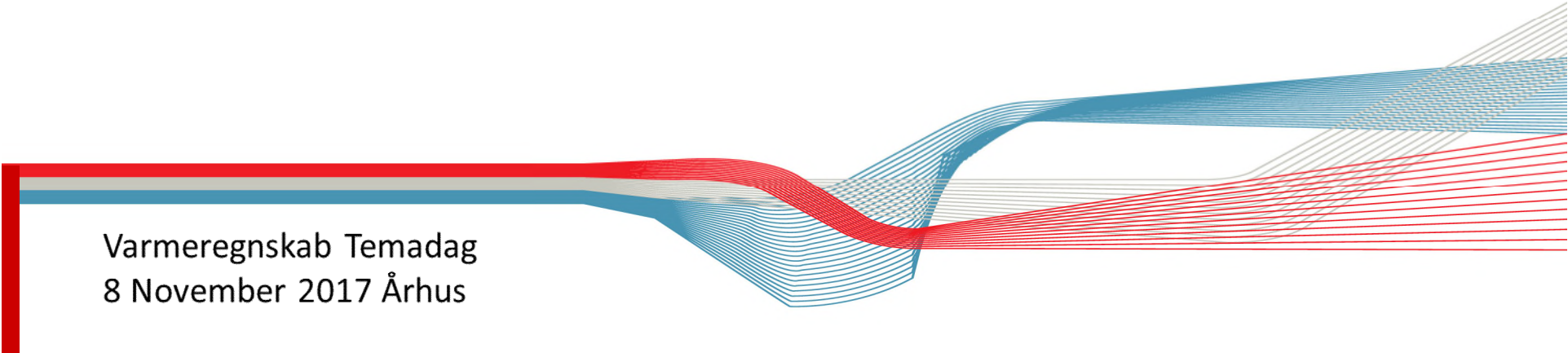
- Slå fast, at der skal betales for varmen også den man ikke kan lukke for
- Lad være med at køre med så vildt høje varmekurver
- Bemærk at varmesmitten mellem lejligheder kan medføre urimeligheder og et fornuftig fordelingsnøgle kan overvejes

20 års erfaringer med varmemålere



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

- At der er kommet generelt mere check på både teknik og regnskaber
- At det har gavnet, at der kom krav til startdifferens, præcis montering mm
- At der sandsynligvis er for mange fejl i skalafaktorer rundt omkring
- Mange fejl i montering
- Målere, der tæller om sommeren
- Målere, der er afbrudt om sommeren
- At enheder pr kWh ikke er konstant fra år til år
- At varmeforbruget varierer meget betydeligt i ejendomme fra lejlighed til lejlighed og at dette også findes ved varmeenergimålere
- At fordelingsnøglerne ikke er optimale. En større fast andel er en fordel
- At korrektion i fast andel er ok, men at denne så skal være 50 %



Varmeregnskab Temadag
8 November 2017 Århus



Sager

- Virum 1: Klager brugte 4 gange så meget som gennemsnit:
Løsning: Undersøg hvilke temperaturer målerne faktisk har haft, er de sandsynlige? , Test af målere i testrig fra to lejligheder. Check fordeling af enheder.
- Virum 2. Søjle til Panel: varmeregning eksploderet: Løsning: Laboratorietest af de to typer, check af skalafaktorer. (folk taler sig op, problemet var slet ikke stort)
- Valby: Klagers regning = gns. x 2. Beboerklagenævn nedsatte regning. Syn og Skøn. Løsning: Andre lejligheder brugte ligeså meget, men skalafaktor 25 % forkert på stor radiator.
- Helsingør 1: fejl i to af tre lejligheder i skala
- Helsingør 2: Flot beregning af udsat beliggenhed i faste andele, men brugt helt forkert: Fast andel skulle være 50 %, men var kun 22 %
- Amager: Fordelingsnøgle: tre ejerlejligheder: Forlig baseret 50/50 metoden



Brønshøj 300 lejligheder

- Overgang fra fordampning til elektroniske
- Fordelingsnøgle med større andel lagt på enheder pga bedre nøjagtighed
- Problem: Nu dukker 10 % nulforbrugere op og 10 % forbrugere med astronomiske regning
- Beboerne: Fejl i målerne selvfølgelig, masser af fejl:
- Lab. Test (ingen fejl på målerne og det er typisk)
- Gennemgang af montering og skala (montering ok, men en gennemgående fejl i skala, dog alt for lille til at kunne forklare ekstreme forbrug.
- Kommentar til fordelingsnøgle: jo mere nøjagtige målere jo større fast andel.



Konklusion om måleteknik og fordeling

- Undersøgt ca. 20 anlæg:
- Fejl i montering i alle anlæg
- Fejl i skalafaktorer i alle anlæg (fejl/ usikkerhed i kataloger, fejl ved opmåling)

Klager er normalt baseret på ekstreme varmeregninger og det er bygningsfysik og brugervaner, der gør det, men det er noget kluns, at når sådan en sag bliver undersøgt, så findes der fejl på 5, 10, 20 % i monteringspunkt og skala

Så varmeleverandører:

Man skal virkelig overveje fordelingsnøgler og den slags ved målerudskiftning:

Fordelingen ændrer sig med nye målere, så få taget skraldet med det samme, så man ender med et godt system

Og målerfirmaer: Stram jer an med kvaliteten. Når I bliver stillet til regnskab er der for mange fejl.

Det skal retfærdigvis siges at de fleste fejl er små, men det kan være svært at forklare folk at fejl er små!!



Sidste nyt om anvendelse af varmemåling og fjernvarmeafkøling

- Afkøling af fjernvarmevand bliver stadig vigtigere, blandt andet på grund af vådt biobrændsel, mere skrappe tariffer dukker op
- Kæmpe uudnyttet datagrundlag hos servicefirmaerne for termodynamiske grænser for afkøling, så det store perspektiv findes
- Radiatormålere kan bruges som diagnose, så perspektivet på ejendoms-, lejligheds- og radiatorniveau findes, så også det mindste perspektiv findes
- Vi har udviklet en vidunderlig smuk formel for returen pr radiator:

$$T_R = \left[\frac{(T_m - T_a)^{(1-n)} - \frac{h}{H} (T_F - T_a)^{(1-n)}}{1 - \frac{h}{H}} \right]^{\left(\frac{1}{1-n}\right)} + T_a$$