



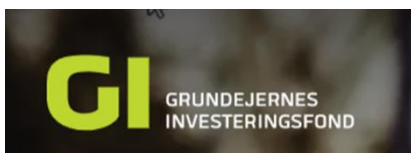
TEKNOLOGISK
INSTITUT

Center for Energieffektivisering og Ventilation

Kostægte, retvisende varme- regninger til den grønne om- stilling

December 2020

Projekt finansieret af Grundejernes Investeringsfond og Realdania
Udført af Teknologisk Institut
Forfattere: Otto Paulsen, Claus Martin Hvenegaard, Babette Peu-
licke Slott og Mie Falck



Forord

Ny og rationel metode til boligadministratorer, boligselskaber og servicefirmaer.

I Danmark har man i mere 100 år baseret varmeregningerne i ejendomme på måling af radiatorernes varmeafgivelse og fordelt brændselsudgifterne efter dette.

Kort efter anden verdenskrig indførtes i lejeloven, at målere skulle bruges til fordeling af brændselsudgifterne, hvis et flertal af lejerne ønskede dette.

I 1998 blev det lovpligtigt at anvende målere og dette medførte at der igen kom mere fokus på varmeregningerne, samtidig med forøget konvertering til fjernvarme, øgende energipriser og øgende klimabevidsthed.

Også måleteknikken blev diskuteret. Begrundelsen for indførelse var, at det er ret sikkert, at varmemåling medfører energibesparelser.

Teknologisk Institut har i mange år udført konsultationer vedrørende varmemåling og varmeregnskaber for boligselskaber, ejer- og andelsboligforeninger og for myndigheder.

Denne rapport er et forsøg på at sammenfatte erfaringerne fra dette arbejde.

Der er særlig fokus på den fordelingsnøgle, der anvendes til beregning af varmepriserne.

Det har vist sig, at de traditionelle måder at beregne priserne på - der i øvrigt varierer noget fra selskab til selskab og fra målerfirma til målerfirma - i mange tilfælde fører til uhenigtsmæssige varmeregninger.

Dette gælder også når regningerne følger kravene i lovgivningen - og det gør de selvfølgelig næsten altid. I de tilfælde, hvor der har været lejlighed til at granske varmeregnskaber fører dette ofte til den vurdering at varmepriserne ikke fører til retmæssige varmeregninger.

I et fordelingsregnskab betaler den gennemsnitlige bruger det korrekte beløb. Det er dem, der bruger meget lidt og dem der rigtig meget, der giver problemer i fordelingen.

Traditionelt opbygges varmeregnskabet på følgende måde:

- Det samlede forbrug af brændsel eller fjernvarme i kr. pr. år er kendt
- Fra dette trækkes energiforbruget til opvarmning af brugsvand, 20 – 30 %
- Resten fordeles ofte med 80 % til målerenheder og 20 % til m² eller med 70 % til målerenheder og 30% til m²
- Varmeregnskabet er altså groft sagt så baseret på to tal: Det samlede energiforbrug og det den samlede varmeregning
- Forbrugene eller m² i hver lejlighed korrigeres for udsat beliggenhed og der kan beregnes en pris pr. målerenhed og en pris pr. m²
- Udgifterne til brugsvandsopvarmning fordeles efter varmtvandsmålere eller efter m² eller værelshaneandele

Et varmeregnskab beregnet på denne måde vil medføre en lav m² afgift og en høj pris på målerenhederne. I næsten alle ejendomme findes brugere, der ingen varme bruger og derfor slipper næsten gratis. Og brugere, der bruger to til tre gange mere end gennemsnittet,

uden at der kan konstateres helt uansvarlige brugervaner - og som jo så får voldsomme varmeregninger.

Der anlægges i denne rapport en marginal betragtning. Det vil sige, at hvis en lejlighed øger sin temperatur med en 1 °C stiger varmetransmissionen gennem lejlighedens ydervægge og energiforbruget til opvarmning af ventilationsluft. Varmetransmissionen til nabo-lejligheder ændres op eller ned, men påvirker ikke ejendommens samlede energiforbrug. Der anlægges nu den betragtning, at den ekstra varmeregning denne bruger skal betale, kun skal modsvare det beløb som ejendommens varmeudgifter stiger med.

I de tilfælde hvor varmeregnskabet granskes på denne måde findes næsten altid, at de, der bruger lidt varme, betaler uforholdsmæssigt for lidt, og de, der bruger meget varme, betaler uforholdsmæssigt for meget.

Tilsvarende problemer findes ofte ved beregningen af prisen for opvarmning af det varme vand. Dette gælder særligt for anlæg med volumenmåler på det varme vand i hver lejlighed.

Det er klart at der kan opstå en modsætning mellem retmæssighed og sparevilje. Ved en høj pris er spareviljen stor og omvendt ved en lav pris. Imidlertid viser erfaringen at det ikke er holdbart – hvis fx en klage kommer til retten – hvis princippet for prisudregningen afviger væsentligt fra dette princip om kostæghed.

Det er ikke muligt at lave et 100 % retvisende regnskab, men man kan komme et betydeligt stykke af vejen ved at følge de anbefalinger, der er givet i denne rapport. Projektet indeholder derudover en række offentligt tilgængelige MS Excel-værktøjer til udarbejdelse af varmeregnskaber.

Projekt er udført af Teknologisk Institut – Energieffektivisering og Ventilation repræsenteret ved:

- Otto Paulsen
- Claus Martin Hvenegaard (projektleder)
- Babette Peulicke Slott
- Mie Falck

Projektet er støttet af Grundejernes Investeringsfond og Realdania.

Claus Martin Hvenegaard
December 2020

Indholdsfortegnelse

Forord.....	1
1 Indledning	4
2 Baggrund.....	4
3 Formål.....	7
4 Målgrupper	7
5 Projektledelse, arbejdsplaner og milepæle.....	8
5.1 Projektledelse og følgegruppe	8
5.2 Arbejdsplaner	8
5.2.1 Sammenfatning af baggrundsmateriale.....	8
5.2.2 Udvikling af metoder, beregningsværktøjer og retningslinjer for udarbejdelse af varmeregnskaber	9
5.2.3 Informationsmateriale om varmeregnskaber	9
5.2.4 Formidling af resultaterne	9
6 Arbejdsplaner	11
6.1 Arbejdsplan 1 - Sammenfatning af baggrundsmateriale	11
6.1.1 Energibalancer for ejendomme med fælles varmecentral.....	11
6.1.2 Varmeregnskaber og fordelingsregnskaber.....	16
Udsat beliggenhed	33
6.1.3 Varmeregnskaber for forskellige anlægsudformninger	39
6.2 Arbejdsplan 2 - Udvikling af metode, beregningsværktøj og retningslinjer for udarbejdelse af varmeregnskaber	45
6.2.1 Opstilling af et generelt princip for kostægt baseret på det retvisende varmeregnskab	45
6.2.2 Generelle principper for kostægte og retvisende varmeregnskaber.....	46
6.2.3 Beregningsværktøjer	49
6.2.4 Hjælpeværktøjer.....	65
6.3 Arbejdsplan 3 - Informationsmateriale om varmeregnskaber.....	71
6.3.1 Udarbejdelse af et generelt anvendeligt materiale om varmeregnskaber til beboere.....	71
6.4 Arbejdsplan 4 - Formidling af resultaterne	88
6.4.1 Tilpasning af materialet fra arbejdsplan 2 og 3 så det kan tilgås via GI's, Realdania's og TI's hjemmesider.....	88
7 Referencer	89

1 Indledning

Varmeregningerne er det konkrete led mellem beboerne og ejendommens indsats i den grønne omstilling. Accept af eget energiforbrug er centralt for den enkelte families ageren. Ofte har en familie ikke forståelse for størrelsen eller udviklingen af eget energiforbrug til opvarmning.

Fokus i den grønne omstilling er øget indfasning af vedvarende energi i energisystemet. Hvis vaner og brug skal bidrage til at understøtte den grønne omstilling skal energiregningerne være informative, retvisende og forståelige.

Kommende fleksible varmetariffer og CO₂-fokus stiller yderligere udfordringer til information i forbindelse med afregningen.

Varmeforbruget afhænger fx af egen indstilling af radiatorer, varmtvandsforbruget, udveksling af varme mellem lejligheder, transmissionstab og ventilationstab inkl. udluftning.

I de fleste ejendomme findes derfor lejemål med markant lave varmeforbrug og lejemål med markant høje forbrug. Erfaringerne viser, at denne tendens kan forstærkes efter energirenoveringer.

2 Baggrund

Afregningen af varmeforbruget for lejligheder i etageejendomme og tæt lavt byggeri kan give anledning til væsentlige uoverensstemmelser mellem udsteder af regningen (administrator, boligforening eller servicefirma) og beboerne.

Uoverensstemmelserne skyldes typisk:

- Beregningsmæssige urimeligheder grundet den anvendte metode til beregning og korrektion af lejlighedernes forbrug
- Beboernes oplevelse af retfærdigheden i fordelingen
- Beboernes muligheder for at forstå forbruget, der afregnes, og se sammenhængen til deres opvarmningsvaner
- Der er meget større spredning i varmeforbrug lejlighederne imellem end hvad der gælder for fritliggende huse. Dette skyldes udover brugervanerne bygningsfysiske og måletekniske forhold, som de almindelige metoder til beregning af varmepriserne ikke tager højde for.

Det er afgørende at hvert lejemål får en regning, der med god tilnærmelse svarer til lejemålets påvirkning af ejendommens samlede forbrug.

Erfaringerne viser, at der er behov for korrekte, mere retfærdige og kostægte varmeregnskaber, ikke mindst når varmeforbruget reduceres i forbindelse med energirenovering. Hertil kommer beboernes forventninger til effekten af en energirenovering på huslejen og varmeregningen.

Varmefordelingsmåling har været obligatorisk i alle bolig- og erhvervslejemål siden 1998. Indtil for 5 år siden anvendtes primært varmfordelingsmålere (radiatormålere) med begrænset nøjagtighed, men nu er det obligatorisk at anvende varmeenergimålere med god nøjagtighed. Samtidig kræves varmtvandsmålere, når det er økonomisk fordelagtigt. Bekendtgørelser og vejledninger giver en vis frihed i valg af fordelingsnøgler til varmeregnskabet. Da instrumentering og anlægsopbygning varierer, fås forskellige enhedspriser i varmeregnskabet, der afspejles i varmeregningerne afhængig af praksis ved udarbejdelsen.

Teknologisk Institut har i 15 år arbejdet med varmemåling og varmeregnskaber som rådgiver for Sikkerhedsstyrelsen, som deltager i standardiseringsarbejde, som testlaboratorium og som konsulent for boligselskaber og for servicefirmaer. Instituttet afholder hvert år en velbesøgt temadag, hvor administratorer og servicefirmaer drøfter tekniske og metodemæssige udfordringer og udveksler erfaringer. Viden og erfaringer fra indsatsen indgår i nærværende projekt.

Måling af energiforbrug i de enkelte bolig- og erhvervsenheder for at fordele en fælles energiudgift mellem dem har været brugt i Danmark i mere end 100 år. Lige efter anden verdenskrig blev det i lejelove indføjet, at varmfordelingsmålere skal anvendes hvis et flertal af lejerne beslutter det. Varmefordelingsmålere var vidt udbredt i Danmark og Tyskland, men er fx meget lidt udbredt i Sverige.

I 1998 blev anvendelsen af målerne obligatorisk i Danmark. På dette tidspunkt var udbredelsen antageligt ca. 50 % i forvejen.

Som udgangspunkt er opfattelsen, at slutbrugerne ønsker retfærdighed i afregningen, mens myndighederne ønsker energibesparelser for at opfylde de gældende klimamål.

Det er en almindelig opfattelse at indførelse af fordelingsmåling medfører energibesparelser og i lovgivningen er altid anført, at indførelse af måling skal være kosteffektiv.

Målingen tjener derfor to formål: At opnå retfærdighed i afregningen og at opnå en generel energibesparelse.

Med hensyn til retfærdighed er denne rapport baseret på marginale betragtninger: Hvis en enkelt boligenhed fx forøger sit forbrug af varmt vand, skal ejendommen indkøbe mere fjernvarme eller brændsel for at dække dette ekstra forbrug og dette skal den enkelte boligenhed betale.

For rumvarme er det sværere, specielt for etageejendomme: Hvis en enkelt boligenhed hæver rumtemperaturen, skal enhedens ekstra varmetab til det fri dækkes, men samtidig ændres varmeudvekslingen til de tilstødende lejligheder. Dette betyder, at den enkelte enheds forbrug stiger meget mere end svarende til den ekstra energimængde, ejendommen som helhed skal indkøbe. Dette bygningsfysiske problem foreslår rapporten løst med tilnærmelse på en meget simpel måde.

Med hensyn til energibesparelser er anført i tabel 2.1 en oversigt over besparelser fra et tysk studie. Generelt gælder det, at indførelse af måling må antages at være kosteffektivt, altså at besparelsen kan betale for udfærdigelse af varmeregnskaber baseret på måling.

Forfattere	Titel	Besparelse opnået
Behrens, H.; Berlin	Der Bau und Betrieb von Zentralheizungen; Nr. 17/1929, Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen	ca. 20%
Schiller, S.; Berlin	Untersuchungsergebnisse mit Wärmemessern (Heizkostenverteilern) bei Zentralheizung; HR 12/1956	im Mittel 23%
Adamson, B., Reijner, E.; Stockholm	Wärmeverteilungszählung in Wohnhäusern; Gesundheits-Ingenieur Nr. 1/1958	10-25%
Goepfert, J.; Hamburg und Forster, R.; Zü- rich	Herstellung- u. Betriebskosten sowie Art der Betriebskostenabrechnung von Zentralheizungen, Sanitäre Technik, Nr. 2/1962	20-40%
Jacobi, E.; Düs- seldorf	Vertretbare und erreichbare Heizungsbetriebskosten im Wohnungsbau; Bundes Bau Bl., Heft 2/1962	15-25%
Raiß, W.; Berlin	Einsparung an Heizenergie durch wärmedichtes Bauen und Wärmeverbrauchsmessung; HLH, Nr. 12/1964	15%
Navrátil, L.; CSSR	Versuche und Erfahrungen mit Wärmemessern in der CSSR; Energetika Nr. 5/1969	23-37%
Neue Heimat	Heizungs- u. Warmwasserkosten und ihre Abrechnung; Z 50-ka-115, April 1975	15-20%
Kraus, E.; Wien	Erfahrungen mit der Wärmemessung u. -abrechnung auf Basis von Heizkostenverteilern im Bereich der Wohnungsanlagen der Stadt Wien; Referat, Sept. 1975 in Berlin	ca. 20%
Ackermann, F.; Reckel, G.; Wolfsburg	Erfahrungen mit einer Verbrauchsvariante der Fernwärmeabrechnung, FWI, Nr. 3/1976	20%
Kunde, W.; Hamburg	Energieeinsparung durch rationelle Wärmeerzeugung und objektbezogene Wärmeabrechnung, BGW- Schriftenreihe, Heft 7/1976	15-18%
Kolar, J.; EWAG	Fernwärme und Endenergie in Nürnberg, Heizkostenverteiler - optimales Mittel zum Energiesparen; FWI, Heft 2/1978	15-20%
FAVORIT; Ham- burg	Energieeinsparungen in Demonstrativbaumaßnahmen (Hagen) über 7 Jahre	20-30%
Wohnbau Mainz GmbH	Energieeinsparungen in gesellschaftseigenen Wohnanlagen über 4 Jahre	15-30%
Heizbetriebe Wien GmbH	Energieeinsparungen in fernversorgten Wohnanlagen (März 1984)	25-40%
GEWOS, Ham- burg	Durchführung der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung und ihre Auswirkung auf den Energieverbrauch, Endbericht, August 1986	im Mittel 13%

Kuppler, F.	Erste Heizkostenabrechnung nach Verbrauch in Chemnitz, in: Heizungsjournal, 3.NT-Sonderausgabe 1991	im Mittel 20%
Ademe	Maîtrise de la demande d'énergie par les services d'individualisation du chauffage, 2006	10-20%

Tabel 2.1. Tysk studie om energibesparelser /18/ ved fordelingsmåling. Det er plausibelt at der spares 10 – 30 % i ejendomme, der går fra afregning pr.m² til afregning efter måler

3 Formål

Projektet udvikler metoder med tilhørende beregningsprogrammer og retningslinjer, der sikrer mere retvisende og kostægte fordelingsregnskaber og dermed mere retfærdige varmeregninger i udlejningsbyggeri.

Hertil grundmateriale til en folder vendt mod beboere, der sikrer bedre transparens, og dermed deres forståelse og medspil.

Det er vigtigt at understrege, at den ny metode tager udgangspunkt eksisterende standarder, lovgivning og praksisser for legalt måleudstyr og for udfærdigelse af varmeregnskaber. Den udviklede metode kan derfor umiddelbart anvendes af målgrupperne.

Det samlede materiale stilles gratis til rådighed via GI's, Realdania's og TI's hjemmesider, og formidles yderligere via TI's temadag om varmemåling.

4 Målgrupper

Ejendomsadministratorer, boligselskaber og servicefirmaer, der udarbejder fordelingsregnskaber. Hertil lejere i etageejendomme og rækkehuse med fælles varmecentral.

5 Projektledelse, arbejdsplaner og milepæle

5.1 Projektledelse og følgegruppe

Teknologisk institut var ansvarlig for aftaler, planlægning, initiativer og fremdrift, rapportering, milepæle og resultater i overensstemmelse med projektbeskrivelse, projektdokumenter, ressourcer, kvalitetskrav, og dialogen med bevillingsgiver. Alt skete i overensstemmelse med god projektledelse og bevillingsgivers krav og retningslinjer.

Som led i projektet blev der etableret en mindre følgegruppe med repræsentanter fra private administratorer og boligselskaber. Gruppen bidrager med erfaringer fra egne fordelingsregnskaber, og fra fordelingsregnskaber udarbejdet af servicefirmaer primært til arbejdsplaner 1 og 2.

Deltagerne i følgegruppen var:

- DEAS
- CEJ
- FSB
- Boligselskabet Sjælland
- KAB
- Brunata
- Ista
- Techem
- Varmekontrol

Følgegruppen var således repræsenteret ved de væsentligste aktører på området vedrørende varmeregnskaber.

5.2 Arbejdsplaner

5.2.1 Sammenfatning af baggrundsmateriale

Sammenfatningerne indgik som grundlag og baggrundsmateriale for metode, beregningsværktøj og retningslinjer. De omfattede:

- a. Varmemåling og energibalancer for ejendomme med fælles varmecentral, typiske tekniske udformninger, typiske forsyningsanlæg og fordelingsanlæg, fastlæggelse af varmeforbrug, rumvarme og varmt brugsvand, fordelingstab, usikkerheder
- b. Varmeregnskaber og fordelingsregnskaber – lovgivning, fordeling, typiske udfordringer og problemer, brugerreaktioner (fra gratis nabovarme til klager). Fjernvarmeregningens poster i relation til priserne i fordelingsregnskabet

c. Varmeregnskaber for forskellige anlægsudformninger:

- Princip 1: Kun radiatormålere
- Princip 2: Som 1 med energimåler på varmtvandsbeholderen
- Princip 3: Som 2 med varmtvandsmålere (m³)
- Princip 4: Som 3 med varmeenergimålere pr. lejlighed
- Princip 5: Det generelle anlæg med kombinationer af radiatorer, gulvvarme m/u måler og VE

Milepæl 1: Baggrundsmateriale indsamlet og sammenfattet.

5.2.2 **Udvikling af metoder, beregningsværktøjer og retningslinjer for udarbejdelse af varmeregnskaber**

På ovenstående grundlag blev der opstillet et generelt princip for kostægthed baseret på det retvisende varmeregnskab. Herunder korrektioner for udsat beliggenhed og tilpasninger i forbindelse med energirenoveringer, flytninger og evt. ændret forsyning inkl. evt. egen varmeproduktion af VE.

Princippet blev omsat til metoder med tilhørende Excel beregningsværktøjer og retningslinjer for udarbejdelse af fordelingsregnskaber for boligadministratorer, boligselskaber og servicevirksomheder. Retningslinjer for brug af værktøjet blev underbygget med tre cases for etageboligbebyggelser. Materialet fra arbejdspakke 1 og 2 blev samlet samles i denne rapport med tilhørende beregningsprogrammer.

Milepæl 2: Samlet rapport med tilhørende beregningsprogrammer, retningslinjer og cases udarbejdet.

5.2.3 **Informationsmateriale om varmeregnskaber**

Der blev udarbejdet et generelt anvendeligt materiale om varmeregnskaber til beboere. Dette i form af en skitse og materiale til en folder, der kan skræddersyes den aktuelle ejendom.

Fokus er på forståelse af beboerens egen varmeregning, energiforbrug og CO₂. Materialet kan tilpasses og anvendes af målgruppen – ejendomsadministratorer, boligselskaber og servicefirmaer.

Milepæl 3: Fleksibel folder til beboerinformation udarbejdet

5.2.4 **Formidling af resultaterne**

Materialet fra arbejdspakke 2 og 3 blev tilpasset og kan tilgås via GI's, Realdania's og TI's hjemmesider. TI afholdt temamødet: "Kostægte, retfærdige varmeregninger til den grønne omstilling" – målgruppen var boligadministratorer og servicefirmaer. Resultaterne blev præsenteret på temamødet, som blev afholdt den 10. december 2020 på Teknologisk Institut.

Milepæl 4: Resultater formidlet via hjemmesider og temadag

Tidsplan

Januar - December 2020.

Arbejdspakker	2020			
	Jan	Feb	Maj	Dec
1. Sammenfatning, baggrundsmateriale	■	■		
2. Metode, værktøj, retningslinjer	■	■	■	
3. Informationsmateriale, varmeregnskaber				■
4. Formidling				■

Figur 5.1. Tidsplan

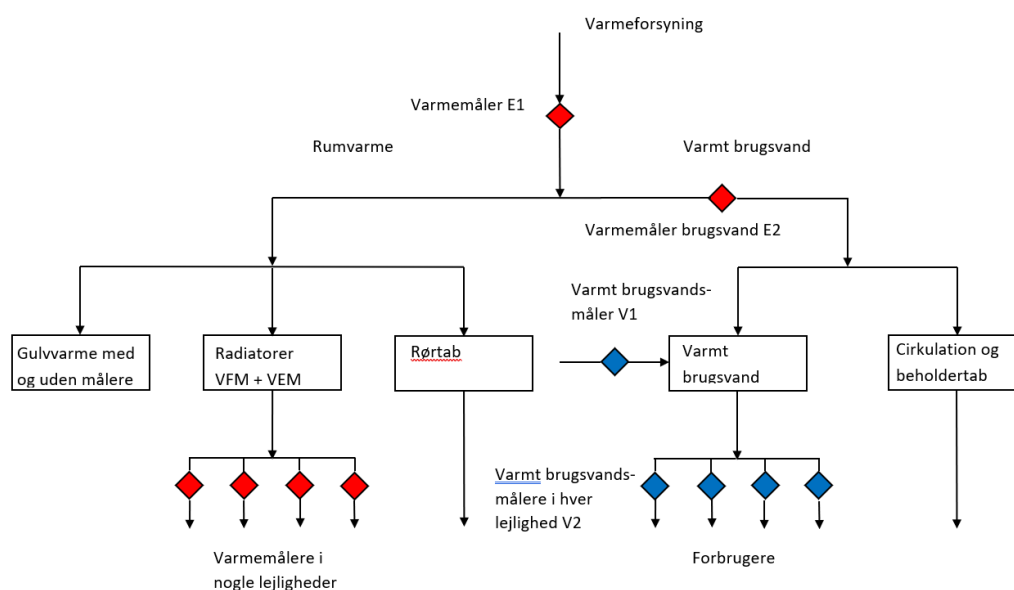
Arbejdspakkerne beskrives detaljeret i kapitel 6.

6 Arbejdspakker

6.1 Arbejdspakke 1 - Sammenfatning af baggrundsmateriale

6.1.1 Energibalance for ejendomme med fælles varmecentral

Energibalance for en ejendom



Figur 6.1. System 5 (se endvidere afsnit 6.1.3) illustrerer energibalancen for en ejendom. I det simpleste system (System 1 i afsnit 6.1.3) - der stadig er udbredt - findes kun radiatormålerne i bygningen. Hele brugsvandsiden, rørtab, forbrug i fællesarealer og eventuelt gulvvarme er skønnet. E1 og E2 er varmeenergimålere, V1 og V2 er volumenmålere, VFM er varmfordelingsmålere og VEM er varmeenergimålere.

Varmeforsyningen – fjernvarme eller varme fra kedler tilføres bygningen og måles af varmemåler E1. En del af dette anvendes til fremstilling af varmt brugsvand. I kapitel 6.2 ses værktøjer til tilnærmet beregning af dette energiforbrug. Hvis forbruget er større end ca. 10.000 kWh pr år, svarende til 3 – 5 lejligheder, skal der være monteret måleren E2. Dette gælder fra 1/1 – 2013 i bygningsreglementet (BR10). Bestemmelsen gælder også ved renovering af ældre anlæg. Der findes stadig mange anlæg uden denne måler. Teknologisk Institut anbefaler, at denne måler monteres.

Forskellen mellem E1 og E2 tilføres bygningen som rumvarme og tab. Ofte måles varmforsyningen ikke i fællesarealer. I kapitel 6.2 findes en beregningsmodel for rørtabet, der ofte udgør 15 - 20 % af E1 – E2. I system 4 – moderne lejligheder med energimåler pr. lejlighed (se afsnit 6.1.3) - kan rørtabet bestemmes som forskellen mellem E2 - E1 og summen af energimålerne.

Varmt brugsvand

Hvis der ikke findes måleren E2, foreslås i kapitel 6.2 en overslagsmæssig beregning af forbrug og cirkulationstab. Typisk forbrug er 800 kWh pr. år pr. person for opvarmning af vandet og er ofte det samme eller mere for cirkulationslednings varmetab.

Hvis der findes varmtvandsmålere, bør der antages en temperatur på det kolde og det varme vand og dermed kan opvarmningsbehovet beregnes ud fra dette. Resten af E2 (målt eller beregnet) er da cirkulationstab. Måleren E1 kan også give information om det samlede forbrug til opvarmning af brugsvandet, når temperaturen på det kolde og det varme vand kendes eller antages.

Nøgletal og tommelfingerregler

Samlet varmeforbrug i ejendomme /27/

	Varmeforbrug, inkl. varmt brugsvand				Elforbrug
	Fjernvarme	Naturgas	Olie	Elvarme	Fælles forbrug
kWh/m ² /år					
Antal	19.211	1.330	353	0	25.287
10 % fraktil	87	105	109	-	1,8
25 % fraktil	99	121	125	-	3,0
50 % fraktil	113	136	144	-	5,0
75 % fraktil	129	157	163	-	8,0
90 % fraktil	145	180	188	-	11,8
Middel	115	140	147	-	6,5

Figur 6.2. Varmeforbrug etageejendomme, fra /27/ baseret på den gamle ELO ordning. Helt moderne lejligheder kan komme ned på 60 - 80 kWh pr m² /igangværende BBE/

Eksempel

En gennemsnitlig ejendom på 5.000 m² BBR-areal forventes at bruge 115 kWh/m².

Samlet forbrug: 5000 m² · 115 kWh/m² = 575.000 kWh = 575 MWh

Priser København 2020:

Effekt (antager klasse 1, 100 W/m², https://www.hofor.dk/wp-content/uploads/2018/01/Tekniske_bestemmelser_vand_bilag_endelig_januar-2018.pdf)

Effektprisen er 199,7 kr./kW og varmeprisen er 661 kr./MWh.

Priser Århus 2020:

Arealafgiften er 12,5 kr./m² og varmeprisen er 565 kr./MWh.

Udgifter**København:**

Effekt = $5000 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ W/m}^2 = 500.000 \text{ W} = 500 \text{ kW}$.

Fast afgift $500 \text{ kW} \cdot 199,7 \text{ kr./kW} = 99.850 \text{ kr}$.

Forbrugsafhængig afgift: $575 \text{ MWh} \cdot 661 \text{ kr./MWh} = 380.075 \text{ kr}$.

I alt fås 479.925 kr. og den faste afgift udgør ca. 21 %.

Århus:

Fast afgift. $5000 \text{ m}^2 \cdot 12,5 \text{ kr./m}^2 = 62.500 \text{ kr}$.

Forbrugsafhængig afgift: $575 \text{ MWh} \cdot 565 \text{ kr./MWh} = 324.875 \text{ kr}$.

I alt fås 387.375 kr. og den faste afgift udgør ca. 16 %.

I begge tilfælde skal tillægges nogle mindre beløb for abonnement og evt. dårlig afkøling

Det varme vand

Varmefylden for vand er 1,16 kWh pr m^3 pr. °C opvarmning. Med en typisk opvarmning fra 10 til 50 °C fås varmeindholdet til:

Tommelfingerregel:

Der går 46,4 kWh til at opvarme en m^3 varmt vand

Eksempel

Hvis der er varmtvandsmålere, bør prisen være ca.:

København:

$46,4 \text{ kWh/m}^3 \cdot 0,661 \text{ kr./kWh} = 30,6 \text{ kr./m}^3$

Århus:

$46,4 \text{ kWh/m}^3 \cdot 0,565 \text{ kr./kWh} = 26,2 \text{ kr./m}^3$

Tommelfingerregel:

Til et brusebad bruges 2 – 4 kWh og koster derfor 1,3 – 2,6 kr. i København og 1,1 til 2,2 kr. i Aarhus.

Varmtvandsforbruget svinger meget. Ofte regnes med:

Tommelfingerregel:

Varmeforbrug til varmt vand: 800 kWh pr person pr år.

Cirkulationsledningstabet inklusive varmetab fra varmtvandsbeholderen:

Dette afhænger meget af både udformning og isoleringsgrad, fra 50 til 300 W/lejlighed.

Dette svarer til fra 438 til 2.630 kWh pr. år pr lejlighed. Det store tab svarer til anlæg med flere uisolerede stigstrengene pr. lejlighed, høj varmtvandstemperatur og dårligt isoleret beholder.

Den lave værdi svarer til kun en velisoleret stigstreng pr. lejlighed, en varmtvandstemperatur på maks. 55 °C og en velisoleret varmtvandsbeholder.

Hvis anlægget ikke er udstyret med målere, så tabet kan bestemmes, *anbefales det at anvende regneværktøjet "Varmetab_cirk+vent.xlsm"*. Ellers regn med:

Tommelfingerregel:

Cirkulationstabet svarer til 100 W, der med 8760 timer pr år igen svarer til 876 kWh pr. lejlighed pr. år. Det anbefales at anvende værktøjet "rørtab" til en mere nøjagtig beregning.

Eksempel

I ejendommen ovenfor på 5.000 m², 60 lejligheder med i alt ca. 130 beboere bruges 115 kWh/m² svarende til i alt 575 MWh.

Cirkulationstabet er beregnet med "rørtab" til 110 W pr. lejlighed, der giver 964 kWh pr lejlighed pr år. Det samlede forbrug til varmt vand kan da skønnes til:

$130 \text{ beboere} \cdot 800 \text{ kWh/beboer} + 60 \text{ lejligheder} \cdot 964 \text{ kWh/lejlighed} = 162000 \text{ kWh} = 162 \text{ MWh}.$

Dette svarer til 28 % af ejendommens samlede forbrug.

Det anbefales dog altid at montere måleren E2 til måling af dette. Måleren kræves i bygningsreglement ved nybyggeri og ved renovering.

Rumopvarmning

Varmemængden E1 – E2 anvendes til rumopvarmning. Denne kan deles i radiatorvarme, opvarmning af fælleslokaler og i rørtab. Hvis der er monteret energimålere pr. lejlighed, vil måleren E2 også være monteret, og det er da muligt at bestemme rørtab og fælleslokaler formelt nøjagtigt. Med radiatormålere er dette ikke muligt, og det anbefales at anvende værktøjet "Varmetab_cirk+vent.xlsm" til skøn over dette.

Tommelfingerregel:

Rørtabet kan udgøre 10 – 20 % af det samlede rumvarmeforbrug. Det anbefales at anvende beregningsværktøjet "rørtab".

Gulvvarme

Det anbefales at montere varmenergimåler på gulvvarmeanlæg større end 6 m², hvis det er muligt. Et gulv afgiver ca. 10 W/m² pr. °C overtemperatur. Hvis der regnes med ca. 3 °C overtemperatur om vinteren og 2 °C overtemperatur om sommeren fås ca. 200 kWh pr. år pr m². Hvis der lukkes for varmen en længere periode om sommeren, kan dette reduceres til ca. 150 kWh pr m² pr år. Der findes eksempler på dårligt regulerede gulvvarmeanlæg med meget større forbrug.

Hvis det ikke er muligt eller rentabelt at montere måler, skønnes varmeforbruget til et lille gulvvarmeanlæg at være:

Tommelfingerregel:

Varmeforbruget til små gulvvarmeanlæg sættes til 200 kWh pr m² pr. år, hvis der er varme på hele året og 150 kWh pr m² pr. år, hvis der ikke er varme på om sommeren.

En forudsætning for dette tal er et gulvvarmeanlægget er forsynet med en effektiv varmeregulering.

Ved gulvvarmeanlæg større end 6 m² anbefales at montere varmenergimåler.

6.1.2 Varmeregnskaber og fordelingsregnskaber

En gennemgang af situationen i Europa findes i /10/, både afregningsmetoder og lovgivning er sammenfattet.

Lovgivning

Der findes både dansk lovgivning og EU-direktiver vedr. individuel måling af varme, varmefordeling og varmefordelingsmålere samt afregning af varmeforbrug, herunder fakturering. Nedenfor nævnes det væsentligste bekendtgørelser og direktiver.

	Lejeloven og almenlejeleaven	Målerbekendtgørelse	Bygningsreglement	EU
1947 + alle nyere	Flertal i en ejendom kan beslutte sig for egnede målere			
1998		Bek 891(1996). Varmefordelingsmåling obligatorisk. Min. 40 % af den variable andel skal afregnes efter måler		Mdir indeholder ikke varmefordelingsmålere. Bl. a. Tyskland og Danmark gør målere obligatorisk.
2012				2012/27/EU. Art 9,10 11 om måling og fakturering. Varmefordelingsmåle eller varmeenergimålere skal indføres
2013			Måler på varmtvandsbeholderens primærside	
2014		Bek. 563 (2014) Varmenergimålere pr. lejlighed. Måler på koldt vandstilgangen på varmtvandsbeholderen		
2015		Vejledning 11032. Indfører at 60 % af E1 – E2 skal afregnes efter måler.		
2020		BEK nr 1506 af 23/10/2020 Fjernafleste målere skal aflæses 2 eller 4 gange pr år. Fra 2022: 12 gange pr år.		Fra 2027 skal alle målere kunne fjernafleses

Tabel 6.1. Lovgivning vedr. fordelingsregnskaber

Bekendtgørelse nr. 563 (Målerbekendtgørelsen)

Klima-, Energi- og Bygningsministeriets Bekendtgørelse nr. 563 (Målerbekendtgørelsen) fastsætter regler omkring måling af el, gas, vand, varme, køling og varmt vand. Bekendtgørelsen indeholder fire væsentlige elementer:

- Obligatorisk måling af varme, varmt vand, vand, el, gas og køling
- Kompensation for termisk udsat beliggenhed
- 40%-reglen
- Dispensation for måling

Bekendtgørelsen slår fast, at det er obligatorisk at foretage måling af varme, varmt vand m.m.

I nybyggeri og ved nyinstallation af varmeanlæg i bestående bebyggelse skal der installeres varmeenergimålere til måling af forbruget af varme i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed. I bestående bebyggelse skal der installeres varmeenergimålere eller varmfordelingsmålere til måling af forbruget af varme i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed.

I nybyggeri og ved nyinstallation af vandinstallationen i bestående bebyggelse skal der installeres målere til måling af forbruget af varmt vand i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed.

I bestående bebyggelse skal der inden den 31. december 2016 installeres målere til måling af forbruget af varmt vand i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed, hvis det er teknisk gennemførligt og omkostningseffektivt.

Ved fordelingsmåling af varmeforbruget for bolig- eller erhvervsenheder, der i termisk henseende er yderligt beliggende i bygningen og derfor har et forøget varmetab, skal der foretages en korrektion eller kompensation for det forøgede varmetab, så betalingen for varmetabet fordeles mellem alle bygningens bolig- og erhvervsenheder.

Kompensation for termisk udsat beliggenhed skal ske efter en varmetabsberegning, radiatorstørrelser eller, hvis intet andet er muligt, efter "erfaringsdata".

Bekendtgørelsen kræver, at mindst 40 % af den forbrugsafhængige del af varmeregningen afregnes efter målere. Det er normalt en god ide at udnytte denne regel og lade en del af varmeregningen afregne efter faste fordelingstal. Dette hænger sammen med fællesudgifter og faste tab, der skal betales. Også en uheldig virkning af varmeudvekslingen mellem lejligheder med forskellig temperatur dæmpes på denne måde.

Der kan dispenseres, hvis målingen er for dyr i forhold til den opnåede energibesparelse. En beregning af, om det kan betale sig at måle, skal baseres på en besparelse på 10 %.

I tilknytning til ovenstående bekendtgørelse findes yderligere en række relevante dokumenter:

- BEK nr. 563 af 02/06/2014 (Gældende). Bekendtgørelse om individuel måling af el, gas, vand, varme og køling¹⁾
- BEK nr. 546 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om varmfordelingsmålere, der anvendes som grundlag for fordeling af varmeudgifter¹⁾
- BEK nr. 545 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om krav til målerinstallatører, som monterer, skalerer og servicerer varmfordelingsmålere

- VEJ nr. 11032 af 18/11/2015 (Gældende). Vejledning til bekendtgørelse om individuel måling af el, gas, vand, varme og køling
- BEK nr. 582 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme
- DS/EN 834:2013. Varmefordelingsmålere til bestemmelse af radiatorers forbrug - Målere med elektrisk energitilførsel
- BEK nr. 582 af 28/05/2018 (Gældende) om kontrol af varmeenergimålere
- EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU af 25. oktober 2012 og EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2002 af 11. december 2018 om ændring af direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet
- BEK nr. 1506 af 23/10/2020

I oktober 2012 underskrev EU's medlemslande Europaparlamentets og Rådets direktiv 2012/27/EU af 25. oktober 2012, som et par måneder senere trådte i kraft. Direktivet omfatter en lang række områder, hvor der skal sættes ind med energieffektive løsninger. Blandt andet det område, der handler om varme(fordelings)regnskaber.

Direktivet indeholder tre væsentlige elementer:

- Måling
- Faktureringsoplysninger
- Omkostninger ved adgang til målings- og faktureringsoplysninger

Tiltagene ved måling, faktureringsoplysninger og omkostninger ved adgang til målings- og faktureringsoplysninger skulle være effektueret af nationalstaterne senest pr. 1. januar 2017. Tiltagene kan findes her <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0027>, se artikel 9 – 11 /6/.

Den 11. december 2018 blev der, i Europaparlamentets og Rådets direktiv 2018/2002 af 11. december 2018, offentliggjort en række vedtagne ændringer til ovennævnte direktiv, som skal implementeres i national lovgivning med ikrafttræden senest den 25. oktober 2020 /7/, /8/ og /9/. De vigtigste ændringer i forhold til måling og forbrugsregnskaber er:

- Energi-, varmtvands- og varmfordelingsmålere monteret efter den 25. oktober 2020 skal kunne fjernaflæses. Det er op til medlemsstaterne selv at definere hvad der forstås ved "fjernaflæsning" /8/
- Pr. den 25. oktober 2020 skal alle forbrugsmålere med fjernaflæsning aflæses mindst to gange årligt
- Pr. den 1. januar 2022 skal målere med fjernaflæsning aflæses månedligt, og brugerne skal have forbrugsinformation med samme interval
- Pr. den 1. januar 2027 skal alle målere kunne fjernaflæses. Målere der ikke kan fjernaflæses, skal derfor udskiftes senest den 31. december 2026, medmindre medlemsstaten kan godtgøre at det ikke vil være rentabelt

I Bek. 1506 er anført at der skal sendes fakturaer ud en gang pr år og at der skal sendes forbrugsoplysninger ud to eller fire gange pr. år. Fra 2022 skal de sendes forbrugsoplysninger

Som nævnt skal direktivet først implementeres nationalt, men Danmark har typisk været indstillet på at overholde tidsfrister for implementering.

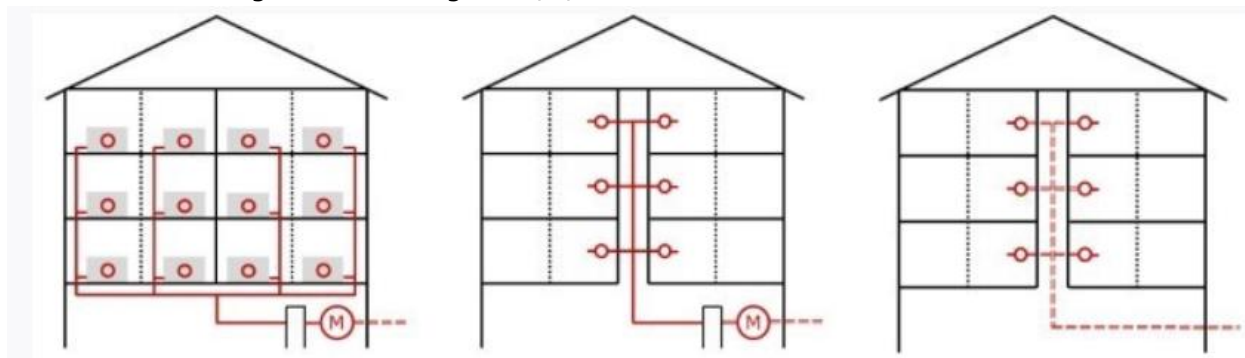
Det er værd at bemærke at kommissionen i EED fra 2012 har været optaget af de energibesparelser, der kan opnås ved fakturering baseret på varmemåling og den yderligere energibesparelse, der kan opnås ved *hyppig* fakturering eller ved hyppige faktureringsoplysninger. Udredninger vedrørende dette findes i ref. /29/ og /30/. Der angives i ref. /30/ en besparelse på fra 2 – 5 % ved *hyppige* faktureringsoplysninger i forhold til fakturering en gang pr år.

I Bek 1506, der implementerer Kommissionens forslag anføres kun krav om hyppige *forbrugstilbagemeldinger*. Informationen til forbrugerne svækkes derfor betydeligt i forhold tilbagemelding i kr. og ører.

Varmemåling og fordelingsregnskaber

Fordelingsmåling af varme og varmt brugsvand finder sted i ejendomme og rækkehuse med egen varmecentral eller fjernvarme. Fordelingsmålingen foretages for at få en rimelig og retfærdig fordeling af varmeudgifterne, hvad enten de kommer fra et olie- eller gasforbrug i egen varmecentral eller er udgifter til fjernvarme afregnet over en fælles varmeenergimåler. Varmefordelingsmålere til fordeling af varmetaget monteres på radiatorerne efter fabrikantens anvisninger, typisk i en højde mellem 2/3 og 3/4 af radiatorens højde.

I nybyggeri skal varmetafordelingen baseres på energimålere monteret pr. lejlighed. Dette giver nogle begrænsninger på udformning af varmeanlæggene. /4/, /1/, se Figur 6.3. Bestemmelsen vedr. energimålere er angivet i /1/.



Figur 6.3. I de fleste etageejendomme er der lodret fordeling af varme, så montering af varmeenergimålere pr lejlighed ikke er mulig. I nye ejendomme skal varmeanlægget være udformet, så dette er muligt. Der ses sjældent det tredje system med en fjernvarmeunit inkl. varmtvandsforbereder i hver lejlighed. I dette tilfælde betaler fjernvarmeforsyning for ledningstabet i bygningen, men det er ikke muligt at indregne udsat beliggenhed og systemet kan ikke gøres kostægte i etageejendomme. Figur fra vejledningen (11032).

Varmefordelingsmåling har været lovpligtigt siden 1998, men har været udbredt i Danmark i mere end 100 år.

Radiatormålerne

Montering, kontrol og aflæsning af varmfordelingsmålere foretages oftest af specialiserede firmaer og leverandører.

Der anvendes to forskellige typer varmfordelingsmålere:

- Fordampningsmålere, der virker ved, at de fordamper en vis mængde væske fra en ampul, som er placeret i en holder på radiatoren med tilhørende skala. Ved en passende udformning af skalaen svarer fordampningen nogenlunde til radiatorens varmeafgivelse, og ved at aflæse skalaen før og efter fyringssæsonen, eller normalt en gang pr år, kan man altså fastsætte det relative varmeforbrug. Denne måertype er vej ud. Udbredt anvendelse af lavtemperatur, energibesparende foranstaltninger m.m. betyder at radiatorerne er blevet så store i forhold til varmebehovet, at fordampningsmålere ikke er egnede. I direktivet [16-1] er anført frister for overgang til målere med fjernaflæsning, hvilket kun er muligt med elektroniske målere. Fordampningsmålere giver normalt mindre spredning i varmeregningerne end de elektroniske målere, hvilket bl.a. skyldes tomgangsfordampningen. Ved skift til elektroniske



Figur 6.4. Fordampningsmåler. Der fordamper væske hele tiden også om sommeren. Derfor er røret overfyldt en smule. Det røde rør måler det aktuelle år, det grønne er fra året før til sammenligning og derfor proppet af.

målere bør fordelingsnøglen altid genovervejes. Elektroniske måle vil under alle omstændigheder ændre fordelingen af forbrugene af tekniske årsager. Da det i en senere fase altid er vanskeligt at ændre fordelingsnøglen, er det klogt at vurdere denne, så man "tager det hele på en gang".

Dette gælder specielt i ejerforeninger og andelsboligforeninger, hvor det er generalforsamlingen, der bestemmer. I udlejningsbyggeri er det ejeren, der bestemmer fordelingsnøglen inden for lovens grænser, dog oftest i samarbejde med lejerforening eller afdelingsbestyrelse, men også her vil en ændring i fordelingsnøglen ofte møde modstand.

- Elektroniske målere, hvor man elektronisk måler en eller to temperaturer og løbende opsamler dataene. Ved målere med én føler registreres alene radiatoroverfladens temperatur, og når der i regneenheden tages hensyn til en fastsat stuetemperatur, giver dette et udtryk for den mængde varme, der afgives. Ved målere med to følere registreres både

temperaturen på radiatoroverfladen og rumtemperaturen, og temperaturforskellen mellem følerne giver et udtryk for den mængde varme, der afgives. Målerne er batteridrevne med en typisk levetid på 10 – 12 år.



Figur 6.5. Elektronisk måler med to følere, en i forpladen og en i termisk kontakt med radiatoren. Krav til målerinstallation er angivet i [2]. Krav til egenskaber, montering og skalering er angivet i [3] og [4]. Der er ikke længere krav om typegodkendelse, men målerne skal overholde EN 834 og derudover bestemmelserne i [3] og [4].

Radiatormålerne har nogle begrænsninger. Der måles kun et sted på radiatoren og det kan vises, at denne temperatur ikke entydigt bestemmer varmeydelsen. I EN 834 for elektroniske målere er anført i standardens litt. 5 en metode til evaluering af fordelingsnøjagtigheden ved radiatormålere. Der er en række tilfælde, hvor visse type af radiatormålere ikke er egnede. Bestemmelser vedr. måleevne findes i Bek. 546 (2018). I appendiks (MM) er angivet en metode til vurdering af måleres egnethed.

Generelt producerer radiatormålere kun et fordelingstal. Tællingen på kWh afgivet varme afhænger af flere faktorer, særligt fremløbstemperaturen, men også af den enkelte radiators årlige varmeafgivelse. Dette sidste giver en særlig udfordring ved anlæg, hvor varmeenergimåleren blandes med varmfordelingsmålere, som ofte ses, fx ved montering af energimålere på gulvvarmeanlæg.

En energimåler måler direkte i energienheder (fx kWh eller MJ), mens radiatormålerens tælling pr. energienhed altså kan ændre sig noget fra år til år, hvis fx styringen af varmeanlægget er ændret eller og når brugervaner eller udeklima betyder, at forbruget varierer. Hvis energimålere og varmfordelingsmålere blandes, skal der da hvert år opstilles en varmebalance, når priserne pr. talt enhed på varmfordelingsmålerne og energimålerne skal fastsættes.

Ved korrekt dimensioneret måler antages fordelingsnøjagtigheden at være $\pm 10\%$, altså at antallet af delinger kan være op til ca. 10 % forkert. Det er specielt i det lave område, altså ved lav varmeydelse, at radiatormålere viser for lidt eller går helt i stå

Radiatormålere er omfattet af lovgivningen, bekendtgørelserne 545 og 546. Der er krav til både til montørerne og til målerne. Montering skal følge leverandørens montagevejledning, placeringen på radiatoren skal være korrekt og den skal skaleres korrekt. Teknologisk Institut har undersøgt en del sager og aldrig fundet et anlæg helt uden fejl. Normalt er der mange radiators i en lejlighed, så mindre fejl betyder ikke så meget. I en enkelt sag gav fejlen op mod 40 % på en radiator, der dækkede det meste af forbruget /13/.

Check af fordelingsmålere

I Bek. 546 er angivet at slutbrugeren har krav på at få oplyst målerens skala med/uden indregning af udsat beliggenhed, samt radiatorfabrikat og ydelse. Ydelsen bestemmer skalaen, der er proportional med radiatorens ydelse. I dag anvendes mest enhedsskala, dvs. at alle målere tæller lige hurtigt ved samme radiator- og rumtemperatur. Skalaen og korrektionen for udsat beliggenhed lægges derefter ind i varmeregnskabet. Dette giver mulighed for at slutbrugeren selv delvis kan tjekke målesystemet.

Radiatorfabrikat	Radiatormodel	L/H/D [mm]	Ydelse [W]	Skalafaktor	Red. [%]
Thor	C	1000/400/106	1510	1,436049	10
Thor	C	1000/400/106	1510	1,436049	10
Thor	S	1200/400/52	1008	0,958635	25
Thor	S	1200/400/52	1008	0,958634	30
Thor	S	1200/400/52	1008	0,958634	10
Thor	S	1000/400/52	840	0,798862	10

Figur 6.6. Eksempel på dokumentation af målesystemet. Hvis brugeren tjekker længde højde og dybde på radiatoren vil der opnås rimelig sikkerhed for at ydelsen og skalaen er korrekt. Ydelsen er traditionelt angivet ved temperaturerne 90/70/20 for henholdsvis frem-, retur- og rumtemperatur. I dette anlæg er der korrektion for udsat beliggenhed beregnet pr radiator.

Varmefordelingsmåleres egnethed

Hvis radiatoranlægget dimensioneres til lave temperaturer, vil forskellen mellem (vand-) temperaturen i målerens monteringspunkt og rumtemperaturen kunne blive lille, selvom radiatorens varmeafgivelse er betydelig. Der kræves derfor en følsom måler, der starter tællingen ved små temperaturforskelle og som kan måle små temperaturforskelle nøjagtigt. Forholdene er reguleret af EN 834 og bekendtgørelse 546 og 545. I visse tilfælde kræves en beregning af lejlighedens dimensionerende varmetab og en beregning af radiatorernes middeltemperatur ved -12 °C ude (middel udlægstemperatur). Beregningsgrundlaget er givet i MM237 /26/.

Normalt anbefales en forenklet endimensional beregning af varmetabet. Finregning af varmetabet giver normalt et større varmetab og en simpel beregning er da på den sikre side.

Måleren karakteriseres ved en T_{\min} , der angives af fabrikanten inden for de grænser, der er defineret i bekendtgørelse 546. T_{\min} afhænger af monteringshøjden.

T_{\min} sammenlignes nu med den beregnede radiatormiddeltemperatur ved -12 °C ude. T_{\min} er da den laveste udlægstemperatur måleren er egnet til.

Det er vurderet, at radiatoranlæg udlagt for 35 °C middeltemperatur eller derunder ved -12 °C ude er så sjældent forekommende, at beregning kan undlades, hvis T_{\min} er lavere end 35 °C .

Der vil også være en række tilfælde, hvor man kender den oprindelige dimensionering, og hvor man rimeligt sikkert kan skønne, at man ikke kan komme ned på fx 40 °C i middel ved i -12 °C. Her kan beregning også undlades. Der vil dog være tilfælde, hvor en ejendom renoveres kraftigt og hvor de oprindelige radiatorer derfor bliver overdimensionerede. Her bør man tjekke for temperaturniveau. Det gælder jo, at på at alle andre måder er overdimensionerede radiatorer en fordel.

Grænser for T_{\min} efter bek. 546 er angivet i tabel 6.2.

Tabellen angiver laveste værdi for T_{\min} og om beregning af udlægstemperatur er nødvendig	Ingen startdifferens	Startdifferens = 3 K	Startdifferens = 5 K
Montering 67 %	$T_{\min} = 35$ °C. Beregning ikke nødvendig	$T_{\min} = 40$ °C, beregning kræves	Bør ikke anvendes
Montering 75 %	$T_{\min} = 30$ °C. Beregning ikke nødvendig	$T_{\min} = 35$ °C Beregning ikke nødvendig	$T_{\min} \geq 45$ °C, beregning kræves

Tabel 6.2. Vejledning vedr. vurdering af radiatormåleres egnethed. Tabellen er speciel for Danmark. En standard måler efter EN 834 har oftest en startdifferens på 5 K og dette gør den uegnet i mange tilfælde

Fordampningsmålere

Fordampningsmålere har normalt en T_{\min} på 55 eller 60 °C (en enkelt måler er dog godkendt til 52 °C) og vil i mange tilfælde vise sig uegnede, hvis der foretages en vurdering af udlægstemperaturen.

Varmeenergimålere

Efter 2015 skal fordelingsregnskaber baseres på måling med varmeenergimålere pr. lejlighed. Se figur 6.1.3 (figuren i midten).

Det varme brugsvand produceres normalt stadig centralt i en fælles varmtvandsbeholder og der er udført en cirkulationsledning, mens rumvarmen måles individuelt med en energimåling pr. lejlighed. Ved anlæg med varmeenergimålere pr. lejlighed skal der findes en måler på varmtvandsbeholderens primærside i varmecentralen. Herved kan varmetabet fra rørsystemet bestemmes.

Det er først inden for de sidste år at varmeenergimålere kan fås rigtig god måleevne også i det lave område.

Varmeenergimålere skal overholde Bek. 582 (2018) mht. verifikation og vedligehold.



Figur 6.7. Varmeenergimåler med to temperaturfølere, flowsensor og beregningsdel. Beregningsdelen er her monteret oven på flowsensoren.

Fordelingsregnskaber

Opgaven er at fordele en brændselsregning eller en fjernvarmeregning mellem lejlighederne og erhvervslejemål i en ejendom. Lejeloven fastsætter hvilke udgifter, der kan medtages i regnskabet. For ejer- og andelsboliger vedtager generalforsamlingen dette. Mest almindeligt er dog at anvende reglerne for lejeloven. Her er det kun brændselsudgifter/ fjernvarmeregning og udgifter til energimærkning, der kan medtages. Service og vedligehold indgår i driftsregnskabet. I det følgende omtales hovedsagelig fjernvarmeforsynede ejendomme.

Fjernvarmeregningen

Generelt kan en fjernvarmeregning opdeles i en fast og forbrugsafhængig (variabel) del, selvom der kan være nogen variation mellem værkerne.

Fjernvarmens faste afgifter indgår kun sjældent eksplicit i fordelingsregnskabet, på trods af at målerbekendtgørelsen (nr. 563) netop skelner mellem forbrugsafhængige og faste afgifter. Dette bliver særlig tydeligt ved nye anlæg, hvor priser pr. kWh, aflæst pr lejlighed direkte kan sammenlignes med fjernvarmens tariffer og ved olie og gasfyring med olie og gaspriser (her kræves dog et tal for kWh pr. liter olie hhv. m³ gas, der let findes på nettet). I mange tilfælde oplyses slutbrugeren ikke om fordelingen mellem faste og variable udgifter. De faste udgifter varierer meget fra forsyning til forsyning og kan være op til 50 % af den samlede varmeregning.

Måler	Start	Slut	MWh/M3	Kr/MWh	Pris kr.
6940197	1.771,870 MWh	1.811,400 MWh	39,530 MWh	440,83 kr./MWh	17.426,01 kr.
	57.598,30 M3	58.847,00 M3	1.248,70 M3		
Afkøling			27,22 °C		
Forbrugsperiode: 02-11-2015 til 30-11-2015					
6940197	1.771,870 MWh	1.811,400 MWh	39,530 MWh	88,76 kr./MWh	3.509,47 kr.
	57.598,30 M3	58.847,00 M3	1.248,70 M3		
Afkøling			27,22 °C		
Forbrugsperiode: 02-11-2015 til 30-11-2015					
Samlet varmeforbrug					20.935,48 kr.
Eff.afg<500 m2	30 dage		500,00 m2	14,19 kr./m2	583,15 kr.
Eff.afg>500 m2	30 dage		3481,00 m2	12,37 kr./m2	3.539,18 kr.
Abonnement	30 dage			3.600,00 kr./år	295,89 kr.
Total (excl. moms)					25.353,70 kr.
Moms			25,00 %	25.353,70 kr.	6.338,43 kr.
Total (incl. moms.)					31.692,13 kr.
Til indbetaling					31.692,13 kr. ✓

Figur 6.8. Typisk månedsregning for en ejendom. Den faste afgift kaldes her effektafgift og er ca. 4.400 kr. ex moms svarende til 17 % i denne måned. På årsbasis var den ca. 20 % i 2015. Når fordelingsregnskabet skal laves tælles de 12 regninger sammen, eller fjernvarmeverket laver en årsoversigt.

Traditionelt opbygges varmeregnskabet ved at *hele varmeregningen, såvel den faste del som den forbrugsafhængige* deles som følger:

1. Der antages et varmtvandsforbrug inkl. varmetab fra cirkulationsledningen, typisk til 20 – 30 %. Værktøj til skøn over det samlede forbrugt til varmt vand findes i kapitel 6.2. der anvendes ofte en varmeenergimåler på varmtvandsbeholderens primærside og i dette tilfælde er dette bidrag bestemt.
2. Resten deles med en del til rumvarme typisk 70 til 80 % og en del til varmetab og fællesarealer typisk 30 til 20 %. Varmetab og fællesarealer betales så efter m² og resten betales forholdsmæssigt efter målere.
Der foretages efter Bekendtgørelse 563 en korrektion for udsat beliggenhed, så et forventet merforbrug for en lejlighed deles ud over alle lejligheder.
Værktøj til beregning af varmetabet fra rørsystemet er vist i kapitel 6.2.

Der tages altså normalt ikke hensyn til, at fjernvarmeregningen ofte indeholder en stor fast andel, op til 50 % af varmeregningen fra fjernvarmeverket.

Metoden indebærer anslåede værdier for varmtvandsforbrug, cirkulations- og beholdertab (dog målt i visse tilfælde) og tab fra centralvarmerør.

Der er derfor indført en række nyere bestemmelser vedr. måleudstyr, så der kan udarbejdes mere detaljerede og nøjagtige regnskaber.

Dette gælder:

- Måler på koldt vandstilgangen til varmtvandsbeholderen (V1)
- Måler på fjernvarmesiden af varmtvandsbeholderen, der måler summen af forbrug til opvarmning af brugsvandet og varmetabet fra cirkulationsledningen (E2)
- Måling af forbruget af varmt vand i hver lejlighed (V2)
- Varmeenergimålere i hver lejlighed (E3)

Mange ældre ejendomme har stadig kun radiatormålere. I kapitel 6.1.3 er udviklet beregningsværktøjer for varianter af anlæg med forskellige grader af instrumentering. Princip 1 omfatter kun radiatormålere og til dette er der udviklet værktøjer til skøn over varmtvandsforbrug og rørtab fra cirkulations- og centralvarmeanlægget.

Erfaringer med varmemåling og varmeregnskaber

Spredning i varmeforbrug

I [13] er vist eksempler på spredning i forbrug. For fritliggende huse er spredningen ca. $\pm 35\%$ for ældre huse. For lejligheder i etageejendomme er det typisk, at der både findes nulforbrugere og forbrugere, der bruger 3 – 4 gange så meget som gennemsnittet. Selv om man stiller radiatortermostaterne på max., vil det kun være muligt at få 3 - 4 gange så meget varme ud radiatorerne som gennemsnittet, hvis fremløbstemperaturen (den såkaldte varmekurve) er stillet alt for højt.

Spredningen i etageboliger er altså større end i fritliggende huse og det må antages, at det skyldes dels måleteknikken og dels varmetransmission mellem lejlighederne. Til forskel fra fritliggende huse kan der lukkes helt for varmen i lejligheder. Herved falder temperaturen til måske 14 – 18 °C, hvilket nogle måske kan leve med. De er måske sjældent hjemme og hvis fugtproduktionen i lejligheden er lille, sker der heller ikke vækst af skimmel på kolde flader. Men det regnes ikke for kostægte og retvisende at lejligheder med intet forbrug skal slippe gratis eller med en meget lille varmeregning.

Det er klart at varmeudveksling mellem lejligheder spiller en større rolle i moderne byggeri med varmegenvinding på ventilationen og god isolering i klimaskærmen og mindre isolering mellem lejlighederne.

For en indvendig moderne lejlighed stiger varmeforbruget med måske 30 til 40 % hvis rumtemperaturen stiger med 1 °C. For en ældre lejlighed eller lejligheder med udsat beliggenhed er stigningen måske kun det halve. For rækkehuse med en uisoleret betonvæg mellem lejlighederne er varmetransmissionen mellem husene også stor.

En nøjagtig bestemmelse af dette kræver en ret omfattende bygningsfysisk beregning. Teknologisk Institut anbefaler en tommelfingerregel:

Tommelfingerregel for kostægted for lejligheder og rækkehuse

Indret fordelingsnøglen for varmeregnskabet, så en ændring af varmeforbruget på 30 % giver en ændring af varmeregningen (for rumvarmen) på 15 %.

Denne regel kan støde på målerbekendtgørelsens (563) 40 % hhv. vejledningens (11032) 60 % og i disse tilfælde kan fordelingsregnskabet kun gøres kostægte med tilnærmelse.

Det bemærkes dog at de 40 % findes i en bekendtgørelse og de 60 % i en vejledning.

Hvis fx en gennemsnitlig lejer betaler det samme beløb for m² og for enheder og han ændrer sit varmeforbrug med +30 %, så vil det netop gælde at hans varmeregning stiger med 15 %, men vejledningen (11032) siger jo at fordelingen mellem fast og variabel – når det varme vand er trukket ud- skal være 40 – 60 %, altså mindst 60 % forbrugsafhængig. Hvis hans varmeforbrug stiger med 30 % vil hans varmeregning nu stige med 18 %. Dette vil forøge spareviljen, men er jo altså ikke kostægte. Forholdene er illustreret i Figur 6.9 og Figur 6.10.

I princippet er vejledningen (11032) netop vejledende, og det er bekendtgørelsen, der tæller, men vejledningen lægger op til, at hvis der er måler på varmtvandsbeholderens primærside, så det samlede forbrug til rumvarme og tab kan beregnes, så er det vejledningens 60 %, der gælder og ikke bekendtgørelsens 40 %.

40 % regel 50 lejligheder		kr	kr
	Samlet forbrugsafhængig varmeregning	500000	500000
	Opvarmning af brugsvand skøn %	20%	30%
	Opvarmning af brugsvand skøn	100000	150000
40%	Samlet fordelingsbeløb målere	200000	200000
	Samlet fordelings beløb m2	200000	150000
	Rumvarme		
	Gennemsnitlig lejlighed 1		
	Målere	4000	4000
	m2	4000	3000
	I alt rumvarme kr	8000	7000
	Lejlighed 2 med 30 % større forbrug		
	Målere	5200	5200
	m2	4000	3000
	I alt	9200	8200
	Merbetaling i %	15,0	17,1

Figur 6.9. I målerbekendtgørelsen 563 er fastsat, at mindst 40 % af den forbrugsafhængige del af varmeregningen for hele ejendommen skal afregnes efter (rumvarme-)målere. For 50 lejligheder kan den forbrugsafhængige del af en varmeregning være 500.000. Mindst 40 % af 500.000 kr. skal afregnes af rumvarmemålere, dvs. 200.000 kr. Hvis brugsvandets energiforbrug antages til 20% altså 100.000 kr. skal der også afregnes 200.000 kr. efter m2. Hvis en lejlighed bruger 30 % mere stiger dens varmeregning med 15 %, der jo altså følger tommelfingerreglen for kostægted. Hvis opvarmningen af brugsvandet antages til 30 % formindskes den faste andel af rumvarmeforbruget og varmeregningen stiger med 17 % hvis en lejlighed forbrug stiger med 30 %. En antagelse af det samlede forbrug til varmt brugsvand påvirker altså muligheden for at gøre varmeregningen kostægte. Dette er uheldigt.

60 % regel, 50 lejligheder		kr
	Samlet forbrugsafhængig varmeregning	500000
	Opvarmning af brugsvand målt	125000
60%	Samlet fordelingsbeløb målere	225000
	Samlet fordelings beløb m2	150000
	Rumvarme	
	Gennemsnitlig lejlighed 1	
	Målere	4500
	m2	3000
	I alt	7500
	Lejlighed 2 med 30 % større forbrug	
	Målere	5850
	m2	3000
	I alt	8850
	Merbetaling i %	18,0

Figur 6.10. Hvis der er måler på varmtvandsbeholderens primærside anvendes vejledningens 60 % og brugsvandets indflydelse på rumvarmeprisen går ud. Hvis en enkelt lejligheds varmeforbrug stiger med 30 % stiger varmeregningen for rumvarme nu med 18 %, som er mere end hvad der må regnes for kostægte.

I fritliggende huse med *begrænset varmeudveksling mellem boligerne vil et princip om, at fjernvarmens variable pris overføres til fordelingsregnskabet være det bedste bud. Dette betyder at ledningstabet betales efter faste fordelingstal (m²) og energi betales efter målere. Dette princip kan også godt anvendes ved radiatormålere, når ledningstabet estimeres fornuftigt.*

I etageejendomme, se Figur 6.11, spiller varmeudveksling en stor rolle. I en ældre ejendom er ændringen i varmekonsum ved rumtemperaturen i størrelsesordenen 2 - 4 gange så stor som temperaturfølsomheden i en fritliggende bolig. For en moderne ejendom er den måske 3-5 gange så stor. Hvis man lukker helt for varmen i en ældre ejendom, falder temperaturen med knap 5 °C. I en moderne ejendom falder den med knap 3 °C. Derfor ser man i mange varmeregnskaber nulforbrugere- de får nogle gange en smule varme fra forbigående rør, men klarer sig ellers med varme fra naboerne, og man ser forbrugere, der bruger 3 - 4 gange gennemsnittet.

Ældre ejendom					Nyere ejendom				
	Areal	Luftflow m ³ /h	U	UA W/K		Areal	Luftflow m ³ /h	U	UA W/K
Vinduer	20		2	40	Vinduer	20		1	20
Ydervægge	45		0,8	36	Ydervægge	45		0,3	13,5
Indervægge, loft og gulv	280		1	280	Indervægge, loft og gulv	280		0,6	168
Luftskifte		126		42	Luftskifte		126		4
Eff varmegenvinder	0				Eff varmegenvinder	0,9			
Temperaturfølsomhed til fri W/K				118	Temperaturfølsomhed til fri W/K				38
Temperaturfølsomhed totalt W/K				398	Temperaturfølsomhed totalt W/K				206
Varmebalance omgivelser	Nabo °C	Ude °C			Varmebalance omgivelser	Nabo °C	Ude °C		
Temperaturer	20	4			Temperaturer	20	4		
Balancetemp for lukket radiator	15,3				Balancetemp for lukket radiator	17,1			

Figur 6.11. I en ældre ejendom kan det gælde for en indvendig lejlighed at temperaturen falder med ca. 5 °C, hvis der lukkes helt for varmen, alt ca. 20 % pr grad, (altså 100 %-point pr 5 grader), se venstre figur. I en fritliggende ældre bygning falder varmekonsumet med 5 - 10 % pr grad. I en nyere bygning falder temperaturen i en indvendig lejlighed måske kun med 3 °C, hvis der lukkes helt for varmen. Varmekonsumet falder altså med ca. 33 % pr grad. For et fritliggende moderne bygning falder varmekonsumet med 10 - 15 % pr grad. 20 °C rumtemperatur og 4 °C udendørs er en ca. middel vintersituation.

For indvendige lejligheder er varmebehovet altså to til tre gange så følsomt for rumtemperaturen som et fritliggende hus. For gavllejligheder og lejligheder på øverste etage er temperaturfølsomheden mindre, måske kun 50 % større end for et fritliggende hus. Hvis der tilmed gives rabat for udsat beliggenhed efter metode 1 (i tællingerne), vil prisen for at opvarme ekstra i sådan en lejlighed være meget lavere end for en lejlighed med naboer til alle sider.

Konklusionen på overvejelserne om kostæghed fører til at man i etageejendomme bør udnytte reglerne om, hvor meget der skal afregnes efter rumvarmemåler. Dette sker ret sjældent, tværtimod afregnes nogle gange mere end 100 % af den forbrugsafhængige del af varmeregningen, altså at en del af fjernvarmeregningens faste andel også betales efter målere. De høje priser pr målertælling medfører ofte urimeligheder, brugere, der næsten ikke betaler for varme og brugere, der betaler urimeligt meget.

Varmeudveksling mellem lejligheder

Mere grundige studier af varmetransmission mellem lejligheder og de deraf følgende problemer er bl.a. behandlet i ref.12 og i ref. 13. Der foreslås en "temperaturmetode", hvor varmemfordelingsmålerne eller energimålerens visning tolkes som temperatur, men sådanne mere avancerede metoder vil af mange grunde få svært ved at vinde indpas. De er sværere at forstå, beregningerne er mere omfattende, når der skal skaffes data for varmeudveksling mellem lejlighederne og nøjagtigheden er næppe bedre end mere simple metoder, se /13/.

Fjernvarmetariffer og fordelingsregnskaber

Fjernvarmens faste afgifter indgår kun sjældent eksplicit i fordelingsregnskabet, på trods af at bekendtgørelsen netop skelner mellem forbrugsafhængige og faste afgifter. *Dette bliver særlig tydeligt ved nye anlæg, hvor priser pr. kWh, aflæst pr lejlighed direkte kan sammenlignes med fjernvarmens tariffer og ved olie og gasfyring med olie og gaspriser (her kræves dog et tal for kWh pr. liter olie hhv. m³ gas, der let findes på nettet).*

I mange tilfælde oplyses slutbrugeren ikke om fordelingen mellem faste og variable udgifter.

Nogle fjernvarmeforsyninger fastlægger den faste afgift ud fra alder og m². Dette gælder fx HOFOR, der fastlægger en såkaldt effektafgift https://www.hofor.dk/wp-content/uploads/2018/01/Tekniske_bestemmelser_vand_bilag_endelig_januar-2018.pdf

Andre fastlægger en fast afgift alene pr m², dette gælder fx Århus og Odense.

Andre igen anvender erfaringsværdier for tidligere år – laver en prognose for forbruget - og vedtager en pris for denne "faste andel". Her vil man ofte have en fast andel på op mod 50 %. Hvis hele ejendommen sparer vil den faste andel blive nedsat året efter og man kan diskutere hvad den forbrugsafhængige del er i relation til målerbekendtgørelsen, forstået på den måde, at en energibesparelse i ejendommen vil medføre, at den faste andel af fjernvarmeregningen reduceres efter en årrække. Med dette system er hele varmeregningen forbrugsafhængig over tid.

Som eksempler på dette, se Vestforbrænding og Hvidovre Fjernvarme.

Det foreslås alligevel, at man i fordelingsregnskabet alligevel opfatter dette element i fordelingsregnskabet som en fast andel. Dette betyder, at input til beregning af enhedspriser altid er:

- Samlet varmeregning fra varmeværket
- Heraf fast andel

Nogle fjernvarmeværker har både en kWh (eller GJ) pris og en m³ pris for at forsøge at få kunderne til at optimere afkølingsforholdene i ejendommen. Dette gælder fx Albertslund og Helsingør. I disse tilfælde anbefales at beregne den gennemsnitlige kWh-pris ud inkl. betalingen for m³. Resten af regningen vil da være en fast afgift. Et eksempel på denne beregning ses i Figur 6.12 med priser fra Helsingør fjernvarme 2020.

Forbrugsafhængig andel	mængde	a kr/enhed	i alt
Varmeenergi kWh	1000000	0,476	476000
m ³	29000	5,1	147900
Fordelingsbeløb forbrugsafhængigt kr			623900
Gennemsnitspris forbrugsafhængig kr/kWh		0,624	
Fast andel			
Fordelingsbeløb m ²	15000	35,35	530250
Samlet regning			1154150
Gennemsnitspris samlet varmeregning kr/kWh		1,15	
% fast afgift			45,9
% forbrugsafhængigt			54,1

Figur 6.12. Eksempel fra Helsingør fjernvarme med både en kWh pris, en m³ pris og en pris pr. m² bygningsareal. Når beregningsværktøjerne afsnit 6.2.2 anvendes skal der indtastes det samlede beløb 1.154.150 kr. og den faste andel 530.250 kr. samt kWh-forbruget 1.000.000 kWh.

I eksemplet svarende til figur 6.13 og figur 6.14 er en stor del af fjernvarmeregningens faste andel indregnet i slutbrugerens priser. kWh-prisen fra HOFOR var det pågældende år 0,66 kr. Ejerforeningen sælger varmen videre til 0,92 kr./kWh, fordi fjernvarmens faste andel er indregnet varmeprisen, som det også fremgår af figur 6.13. Det er ikke ulovligt og det vil selvfølgelig forøge spareviljen – særlig hvis prisen var kendt på forhånd. Men når fordelingsregnskabet laves på denne måde, kendes prisen først, når året er gået, idet rørvarmetabet ikke er kendt på forhånd. Man vil selvfølgelig få erfaringer med rørvarmetabet og det er da muligt på forhånd muligt at meddele beboerne både en kWh pris og en tilnærmet m² pris.

I figur 6.14 er angivet den samme ejendoms samlede varmeudgifter med HOFOR priser dette år på 0,66 kr. pr kWh = 660 kr. pr MWh. Den faste betaling (effektafgiften) kan også beregnes til 28 %.

Tommelfingerregel

kWh-prisen bør af hensyn til tilnærmet kostægthed være lavere end eller lig med – i nogle tilfælde væsentligt lavere- end fjernvarmens variable kWh pris, jf. tommelfingerreglen om kostægthed.

Dette gælder i særdeleshed etageejendomme med lille varmetab og stor varmeudveksling mellem lejlighederne. Her bør reglerne om mindst 40 % hhv. 60 % udnyttes helt. Dette gælder også mange rækkehusbebyggelser, hvor brandmuren mellem husene er uisoleret.

Ved fritliggende huse med begrænset varmeudveksling mellem lejlighederne bør prisen sættes til fjernvarmeværkets variable pris.

Ved olie eller gasfyring kan anvendes en virkningsgrad på ca. 90 %. Herved kan prisen beregnes ud fra 9 kWh pr liter olie eller 10 kWh pr m³ naturgas.

Eksempel

I eksemplet svarende til figur 6.10 er den forbrugsafhængige del 632.280 kr. 40 % af dette er 252.912 kr. Summen af energimålerne i lejlighederne er 540.912 kWh. Den laveste lovlige pris pr. kWh er da $252.912 \text{ kr.} / 540.912 \text{ kWh} = 0,468 \text{ kr./kWh}$. Dette er 71 % af HOFOR's pris på 0,66 kr./kWh og det halve af den pris, der er anvendt i det aktuelle fordelingsregnskab.

Der er altså fire kWh-priser i spil i fordelingsregnskabet:

1. Bruttoprisen på 0,92 kr./kWh
2. HOFORS pris på 0,66 kr./kWh
3. Mindste lovlige pris på 0,468 kr./kWh
4. Den rimeligt kostægte pris på det halve af HOFOR's pris, jf. tommelfingerreglen for kostæghed, 0,33 kr./kWh

Anbefalingen vil her være at anvende den laveste lovlige pris. Spredningen i varmeforbrug er erfaringsmæssigt alligevel stor nok til at motivere energibesparelser. Det bliver ikke urimeligt dyrt at have det lidt varmere end gennemsnittet og det bliver ikke urimeligt billigt at lukke for varmen og klare sig med det, man får fra naboerne.

3. Dit forbrug

	Andele	Pris pr. andel	Subtotal	Total
Energi til varmt vand				
Faste andele	6 haneandele	104,28	625,68	
Målere	33,093 m ³	45,77	1.514,67	2.140,35
Opvarmning				
Faste andele	104 varmfordelingstal	5,72	594,88	
Målere	6.226 kWh	0,91875	5.720,14	6.315,02
I alt			kr.	8.455,37

Figur 6.13. Eksempel på varmeregning med energimålere. Prisen pr. kWh fjernvarme fra HOFOR var på dette tidspunkt 0,66 kr. og prisen i fordelingsregnskabet er 0,92 kr., altså 40 % større. For det varme vand, hvis der antages 40 °C opvarmning, bliver fjernvarmeprisen ca. 31 kr. pr m³ ved en kWh pris på 0,66 kr. Der regnes i fordelingsregnskabet altså med en pris der knap 50 % højere end den egentlige omkostning. For rumvarmen gælder, at det det er en moderne ejendom med kraftig isolering udadtil og ringe varmeisolering mellem lejlighederne bliver spredningen i varmeforbrug stor og spredningen i varmeregningerne også stor. Når hele den faste del af fjernvarmeregningen afregnes efter måler, bliver kWh prisen meget høj. Dette betyder, at det er uforholdsmæssigt dyrt at have det varmt i en lejlighed, og at der modsat spares urimeligt meget, hvis man skruer godt ned for varmen.

5. Ejendommens samlede udgifter

Fjernvarmeudgift 958,37 MWh				880.184,29
Udgifter i alt				kr. 880.184,29
Udgifterne er fordelt på denne måde:				
	<i>Andele</i>	<i>Pris pr. andel</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Total</i>
Energi til varmt vand				
Faste andele	1.083 haneandele	104,28	112.935,24	
Målere	3.700,932 m ³	45,77	169.391,66	282.326,90
Opvarmning				
Faste andele	17.638,5 varmfordelingstal	5,72	100.892,22	
Målere	540.912 kWh	0,91875	496.962,90	597.855,12
Udgifter fordelt:				kr. 880.182,02
Udregningsdifference				2,27

Figur 6.14. Den samlede udgift til opvarmning var i runde tal 880.000 kr. Med HOFOR's pris på 660 kr. pr MWh bliver den forbrugsafhængige del 958 MWh · 660 kr./MWh = 632.280 kr. Den faste afgift var da 880.000 kr. – 632280 kr. = 247720 kr., svarende til 28 %. Målerbekendtgørelsens 40 % er nu 40% af 632.280 = 252.912 kr. Den laveste pris pr kWh er nu efter bekendtgørelsen 252.912 kr./540.912 kWh = 0,468 kr. pr kWh, hvilket svarer til noget nær det halve af den valgte pris.

Anbefalingen til myndighederne må være at ændre de 60 %. Dette projekt anbefaler at ændre disse regler til:

- *Anbefaling til myndighederne som ny regel: Mindst 50 % af de forbrugsafhængige varmeomkostninger, der kan henføres til rumopvarmning skal afregnes efter målere*

Hvis denne regel indføres, forbedres muligheden for at lave et retvisende og kostægte varmeregnskab.

Eksempel

I en ejendom er den samlede varmeregning 100.000 kr. Heraf er 30.000 kr. en fast effektafgift og 70.000 kr. den forbrugsafhængige del. Det samlede forbrug til varmt vand og cirkulation (E2) skønnes eller måles til 25 % af forbruget. De 75 % svarende til nu 52.500 kr. kan nu henføres til rumvarme (og varmetab).

Efter forslaget ovenfor skal mindst 50 % af dette beløb, 26.250 kr. afregnes efter varmeenergimålere eller varmefordelingsmålere.

Efter bekendtgørelse 563 skal mindst 40 % af den forbrugsafhængige del afregnes efter måler. Dette svarer til 40 % af 70.000 kr. = 28.000 kr. Dette gælder, hvis der ikke anvendes en varmeenergimåler på varmtvandsbeholderens primærside.

Hvis der anvendes en varmeenergimåler på varmtvandsbeholderens primærside skal - efter vejledningen - mindst 60 % af de 52.500 kr. = 31.500 kr. afregnes efter målere.

Det forekommer uhensigtsmæssigt, at anvendelse af 40 % reglen afhænger af om der måler på det varme vand.

Hvis denne regel indføres og udnyttes - et fifty fifty regnskab, bliver korrektion for udsat beliggenhed simpelt at anvende også for korrektion i m², se afsnit om udsat beliggenhed

Udsat beliggenhed

I Bekendtgørelse 563 og uddybet vejledningen 11032 anføres, at et forventet merforbrug (dvs. et forudberegnet forbrug) i en lejlighed skal indregnes, så den forøgede varmeudgift deles forholdsmæssigt mellem lejlighederne. Korrektionen kan udføres i både den forbrugsafhængige del eller i den faste eller i en kombination heraf. Korrektion kan undlades hvis et forøget energiforbrug indgår i leje eller salgspris. Dette udnyttes dog sjældent i lejligheder.

Stk. 4. Korrektionen skal foretages på grundlag af en eksisterende varmetabsberegning. Hvis denne ikke findes, kan korrektionen foretages på grundlag af størrelsen af radiatorerne i den pågældende bolig- eller erhvervsenhed. Er der sket forandringer i bygningen, der har haft væsentlig betydning for fordelingen af varmeforbruget, kan korrektion også ske på grundlag af erfaringsdata fra tidligere år eller fra sammenlignelige ejendomme.

Stk. 5. Stk. 1, 1. pkt., finder ikke anvendelse for bebyggelse, hvori der før 1. februar 1997 er installeret målere til måling af varmeforbruget i den enkelte bolig- eller erhvervsenhed.

Figur 6.15. Fra målerbekendtgørelsen. Korrektion efter radiatorydelse er højst usikker. Dette gælder også erfaringsværdier. Hvis der ikke foretages en varmetabsberegning har firmaerne typisk nogle tommelfingerregler af dunkel oprindelse.

Nogle firmaer anvender korrektion pr radiator. Hvert værelse vurderes i forhold til beliggenheden og tildeles en korrektion efter en varmetabsberegning eller mere simpelt efter "gavl", "tagetage", "over port", "over uopvarmet kælder" ol. Reelt kan kun korrigeres efter tællinger. Dette system løser nogle problemer, men introducerer andre. Det største problem er,

at en radiator med en stor korrektion er billig at anvende, den kan have en korrektion på måske 30 %. Hvis man så driver sit anlæg på den måde, at man åbner dørene mellem lejlighedens rum, kan man måske klare sig med den billige radiator. Metoden er selvfølgelig ikke anvendelig ved anlæg med energimåler pr. lejlighed.

I det følgende omtales kun anlæg med korrektion pr. lejlighed.

Korrektion i den faste del

Da den faste del oftest er sat til 20 – 30 %, kan det knibe med at korrigere med tilstrækkeligt store beløb i ejendomme, hvor varmemeforbrugene beregningsmæssigt er meget forskellige. Hvis nu den faste andel er lille eller nul, så er der jo ingen effekt af at korrigere m^2 . og det kan videre vises, at en korrektion beregnet simpelt efter merforbruget *kun bliver tilnærmeth korrekt, hvis fordelingsbeløbet efter enheder og efter m^2 er ens eller nogenlunde ens.*

Hvis dette ikke er tilfældet, må man *tilpasse* korrektionerne. Der ses regnskaber, hvor der den simple korrektion er brugt i m^2 , selv om den faste andel kun er 30 %. Dette giver forkerte resultater.

Korrektion i den forbrugsafhængige del.

Denne metode giver matematisk korrekte resultater

Korrektion i både den faste og den forbrugsafhængige del.

Denne metode kan give tilnærmelsesvis korrekte resultater

Fire metoder til korrektion for udsat beliggenhed

Der er undersøgt fire systemer for korrektion for udsat beliggenhed. Der anvendes et konstrueret varmeregnskab, hvor forbruget lige præcis følger det forudberegnete forbrug. I et sådant tilfælde skal varmeregningen pr m^2 være den samme for alle lejligheder. Er den det, er korrektionen *matematisk korrekt*.

1. Metode 1: Korrektion i tælling eller i energimåling, fx i form af en rabat. Dette giver en matematisk korrekt korrektion. Den samlede rabat betales af alle lejere forholdsmæssigt efter deres forbrug
2. Metode 2: Korrektion i m^2 , simpelt beregnet, se formelsamlingen nedenfor. Dette kan ikke blive matematisk korrekt. Hvis den faste andel er 50 % opnås en god tilnærmelse. Hvis den fx er 30 % kan der opstå store fejl, og dette ses som nævnt fra tid til anden
3. Metode 3: Korrektion i m^2 , men med en tilpasset faktor på korrektionen. Herved kan opnås en tilnærmet korrekt løsning, men det korrigerede areal bliver ofte meget lille - uforståeligt lille måske - og ved store forskelle i forudberegnet varmemeforbrug lejlighederne imellem kan dette system ikke give korrekte løsninger. Der er set eksempler på, at energikorrektionen er 40 %, der så skal ganges med 2, hvis den faste andel er 30 %, se formelsamlingen nedenfor og Figur 6.20. En lejlighed på 100 m^2 skal derfor kun betale for 20 m^2 . Selv i sådanne lejligheder kan varmemeforbruget i praksis være lille, og man vil derfor kunne opleve lejligheder, der kun betaler meget lidt for varmen
4. Metode 4: Korrektion i både tællinger og m^2 . Dette system - *der deler sol og vind lige* - kan give korrektion med tilfredsstillende nøjagtighed

Til vurdering af metoderne er konstrueret et varmeregnskab for 10 lejligheder, hvor forbrugene i lejlighederne stemmer præcis overens med de forudberegnete, se Figur 6.16.

Lejlighed nr	m2	Varmetabsber egning W/m2	Varmeforbrug i alt kWh	Merforbrug pr m2	Simpel Korrektion i rent tal
1	80	46,8	3744	1,17	0,145
2	100	46,8	4680	1,17	0,145
3	70	45,2	3164	1,13	0,115
4	70	40	2800	1	0,000
5	70	40	2800	1	0,000
6	75	42	3150	1,05	0,048
7	100	44,4	4440	1,11	0,099
8	110	45,6	5016	1,14	0,123
9	85	42,4	3604	1,06	0,057
10	62	48,4	3001	1,21	0,174

Figur 6.16. Et konstrueret eksempel på en ejendom med 10 lejligheder, hvor det målte energiforbrug stemmer præcis med det forudberegnete. Her skal varmeregningen være ens i kr. pr m² for alle lejligheder. Den største afvigelse findes i lejlighed 10, de beregningsmæssigt bruger 21 % mere end lejlighederne 4 og 5, der bruger mindst.

Lejlighed nummer	Type 1 Korrektion i tælling	Type 2 simpel korrektion m2	Type 3 tilpasset korrektion	Type 5 korrektion i tælling og m2
1	109,5	112,0	109,3	109,6
2	109,5	112,0	109,3	109,6
3	109,5	110,3	109,2	109,5
4	109,5	105,5	110,2	109,4
5	109,5	105,5	110,2	109,4
6	109,5	107,2	109,5	109,3
7	109,5	109,5	109,2	109,4
8	109,5	110,7	109,2	109,5
9	109,5	107,6	109,4	109,3
10	109,5	113,7	109,6	109,8
Middel kr pr m2	109,49	109,38	109,53	109,49
standarafvigelse	0,0	2,7	0,4	0,1
Største fejl %	0,00	7,54	0,92	0,43
	Fast andel %	30,0		

Figur 6.17. Med fast andel på 30 % giver system 2 en fejl på op til 7,5 % i varmeregningen og dette skønnes at være for meget og metoden er som nævnt ikke korrekt. I denne ejendom er de største teoretiske merforbrug i forhold til dem, der bruger mindst, 21 %, se Figur 6.16 altså en moderat forskel, se figur 6.12

Lejlighed nummer	Type 1 Korrektion i tælling	Type 2 simpel korrektion m2	Type 3 tilpasset korrektion	Type 5 korrektion i tælling og m2
1	109,5	109,5	109,7	109,6
2	109,5	109,5	109,7	109,6
3	109,5	109,3	109,4	109,5
4	109,5	109,8	109,4	109,4
5	109,5	109,8	109,4	109,4
6	109,5	109,4	109,2	109,3
7	109,5	109,3	109,3	109,4
8	109,5	109,3	109,5	109,5
9	109,5	109,4	109,2	109,3
10	109,5	109,7	110,1	109,9
Middel kr pr m2	109,49	109,51	109,50	109,49
standardafvigelse	0,0	0,2	0,3	0,2
Største fejl %	0,00	0,50	0,85	0,49
	Fast andel %	50,0		

Figur 6.18. Hvis den faste andel er 50 % kan alle fire systemer anvendes med tilstrækkelig nøjagtighed.

I Figur 6.17 og Figur 6.18 er vist varmeregnskaber med forskellige faste andele. Ved 50 % - et fifty-fifty regnskab – opnås et korrekt varmeregnskab med tilstrækkelig nøjagtighed.

Formelsamling for korrektioner

Beregning af korrektionerne starter med at estimere det årlige energiforbrug pr. lejlighed under forudsætning af at temperatur og ventilationsgrad eller udluftning er den samme i alle lejlighederne.

I målerbekendtgørelsen og i vejledningen er anført nogle muligheder for at gøre dette simpelt. Ikke alle nævnte metoder er brugbare i praksis. Målerfirmaerne har nogle tommelfingerregler, der kan være meget fornuftige, men som ofte alligevel kan føre til diskussioner. Fx anvender nogle firmaer en standardværdi for en taglejlighed, der får en relativt stor korrektion. Hvis taglejligheden er opført senere end ejendommen efter et moderne bygningsreglement med god isolering vil korrektion være alt for stor.

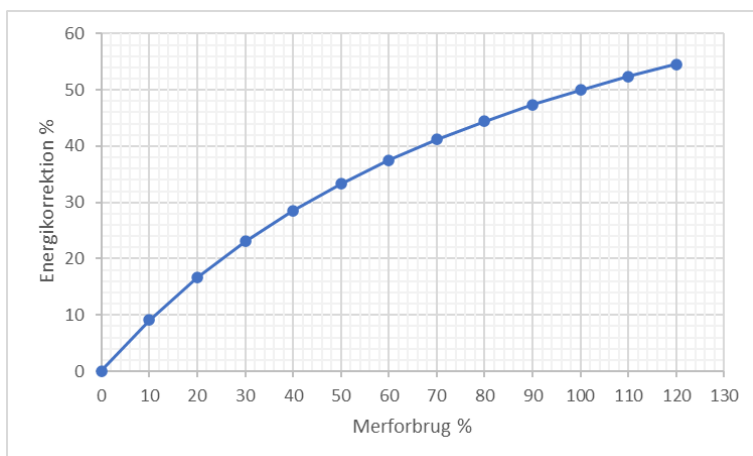
Principielt vil det ideelle være, at det årlige energiforbrug pr. lejlighed blev beregnet. Der findes EDB programmer, se /14/, /15/ og /16/, der kan dette, men dette må anses at være for omstændeligt ved enkeltsager.

Videre kan der peges på en problematik i ejerboliger, hvor beboerne selv kan stå for forbedringer. Hvis man fx skifter sine vinduer, vil man skulle dele den opnåede energibesparelse med de andre i ejendommen, da korrektionen bør ændres.

Teknologisk Institut anbefaler en varmetabsberegning som udgangspunkt for korrektionerne. Det antages derved, at alle lejligheder i en ejendom har samme maksimaltimal. Under alle omstændigheder vil udgangspunktet være et skøn over merforbruget pr. lejlighed i forhold til den lejlighed, der bruger mindst pr m².

I det følgende regnes i rent tal i formlerne:

1. Energikorrektion (eller den simple korrektion) = $\text{merforbrug}/(1 + \text{merforbrug})$
 Eksempel: Hvis det forudberegnete merforbrug er 25 % bliver korrektionen $0,25/1,25 = 0,2$, svarende til 20 %, se figur 6.19. Denne korrektion anvendes ved korrektion i tælling. Der trækkes 20 % fra tællingen. Dette gælder også ved energimålere pr. lejlighed. Her skal man dog altid angive den aflæste energimængde og så give en rabat lig med korrektionen.

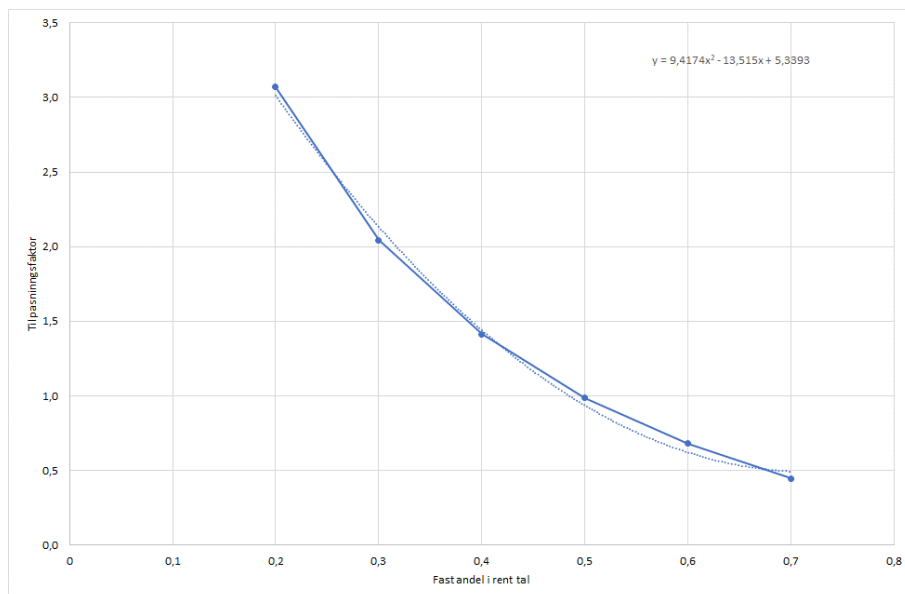


Figur 6.19. Omregning mellem merforbrug og energikorrektionen, den simple korrektion

2. Ved korrektion type 2 anvendes energikorrektionen på m^2 uanset fast andel. Dette kan give store fejl, se eksemplet fortsat under punkt 3.

$$\text{Korrigerede } m^2 = \text{merforbrug}/(1+\text{merforbrug}) \cdot m^2$$
3. Ved korrektion type 3 beregnes en tilpasningsfaktor, der afhænger af fordelingsbeløbene for m^2 og for tællinger.

$$\text{Korrigerede } m^2 = \text{merforbrug}/(1+\text{merforbrug}) \cdot \text{tilpasningsfaktor} \cdot m^2$$
 Eksempel: Tilpasningsfaktoren aflæses på Figur 6.20 og er fx lig med 2 ved en fast andel på 30 %.
 Hvis den simple korrektion er 20 %, bliver korrektionen i m^2 nu $2 \cdot 20 \% = 40 \%$.
 Hvis den simple korrektion er 50 % skal der slet ikke betales for m^2 . Metoden, som er meget anvendt i praksis, har altså sine begrænsninger.
 Det ses også, at ved fast andel på 50 %, kan man bruge den simple korrektion.



Figur 6.20. Tilpasningsfaktor ved korrektion i m²

4. Ved korrektion i både m² og enheder skal korrektionerne beregnes tilnærmet af:
Korrektion i tælling = korrektion i m² = den simple korrektion x den variable andel i rent tal.

Hvis den simple korrektion er 20 % og den variable andel er 70% - altså den faste andel er 30 % - fås at begge korrektioner skal være 0,7 x 20 % = 14 %. Formlen passer med god tilnærmelse for alle værdier af fast og variabel del.

Eksempel, se Figur 6.21

Hele ejendommen fordelingsregnskab for rumvarme		
Fordelingsbeløb forbrugsafhængigt, rumvarme	700000	
Fordelingsbeløb rumvarme m2	300000	
Samlet beløb rumvarme	1000000	
Fordelingsbeløb forbrugsafhængigt, rumvarme %	70	
Lejlighed med korrektion for udsat beliggenhed		
Merforbrug pga udsat beliggenhed %	25	
Simpel korrektion (energikorrektion) %	20	25/125*100
Forbrug enheder	10000	
Boligareal m2	100	
Varmeregningen med kombineret korrektion		
Korrektion enheder	14	20 *70%
Korrektion m2	14	20*70%
lejligheden afregnes efter enheder	8600	
lejligheden afregnes efter m2	86	

Figur 6.21. Eksempel på korrektion i både den faste og den forbrugsafhængige del af varmeregningen. Merforbruget i lejligheden er 25 %. Den simple korrektion er da 20 %. Ved korrektion i både den faste og den variable del af regnskabet anvendes en korrektion på 70 % af dette for begge bidrag.

6.1.3 Varmeregnskaber for forskellige anlægsudformninger

Der findes grundlæggende fem forskellige anlægsudformninger/-principper:

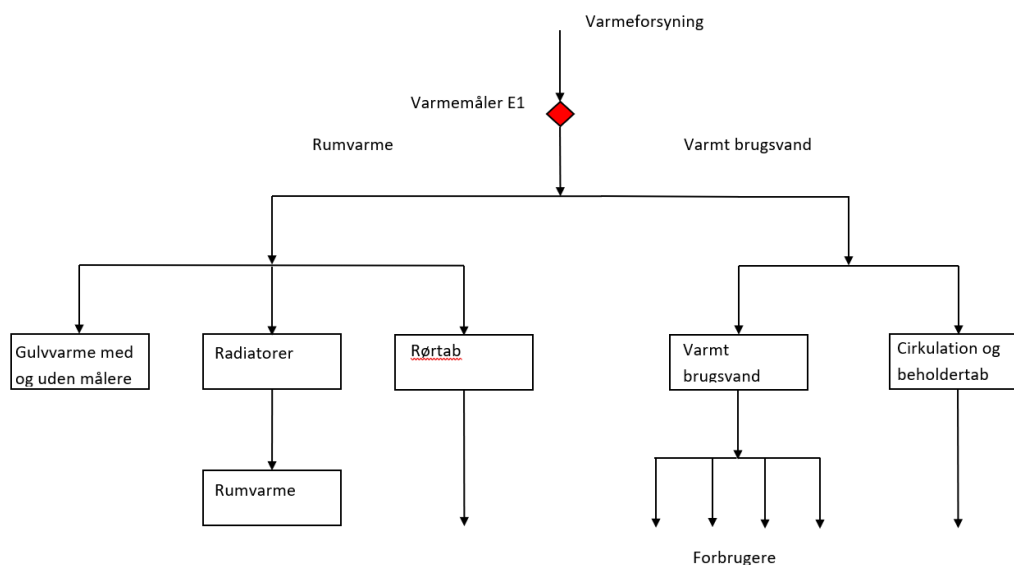
- Princip 1: Anlæg som kun er bestyktet med radiatormålere (varmefordelingsmålere)
- Princip 2: Som princip 1 men med energimåler på varmtvandsbeholderen
- Princip 3: Som princip 2 men med varmtvandsmålere i lejlighederne
- Princip 4: Som princip 3 men med varmeenergimålere i hver lejlighed
- Princip 5: Det generelle anlæg med kombinationer af radiatorer, gulvvarme m/u måler og vedvarende energi (VE)

Princip 1

Ved princip 1 foretages der en måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren (varmemåler E1).

Endvidere er alle radiatorer forsynet med varmefordelingsmålere. Eventuelle gulvvarmeanlæg kan være forsynet med eller uden målere.

Varmetab fra rørsystemet i centralvarmeanlægget ("Rørtab") og varmetabet fra cirkulationsledningen til det varme brugsvand samt varmetab fra varmtvandsbeholderen, er beregnede værdier. I kapitel 6.2 ses hvorledes disse værdier kan beregnes.



Figur 6.22. Princip 1. Måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren (varmemåler E1)



Figur 6.23. Varmefordelingsmåler på en gammel Thor radiator

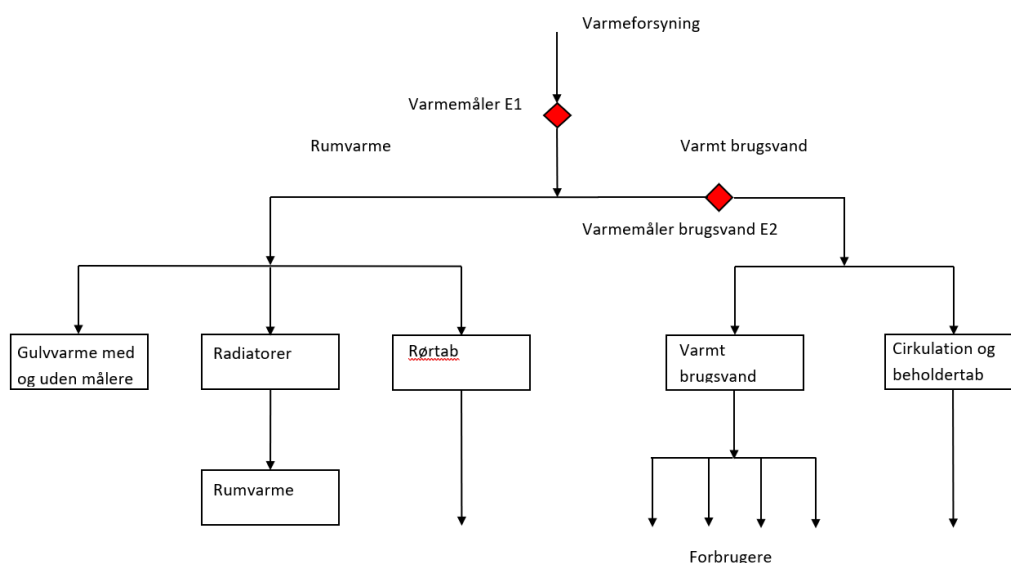
Princip 2

Ved princip 2 foretages der igen en måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren (varmemåler E1).

Endvidere er alle radiatorer forsynet med varmfordelingsmålere. Eventuelle gulvvarmeanlæg kan være med eller uden målere.

Endelig er der monteret en energimåler på varmtvandsbeholderen (varmemåler brugsvand E2), så det vides hvor stor en del af det samlede varmeforbrug der får til opvarmning af varmt brugsvand inkl. tab varmetab fra rørinstallationen og varmtvandsbeholderen.

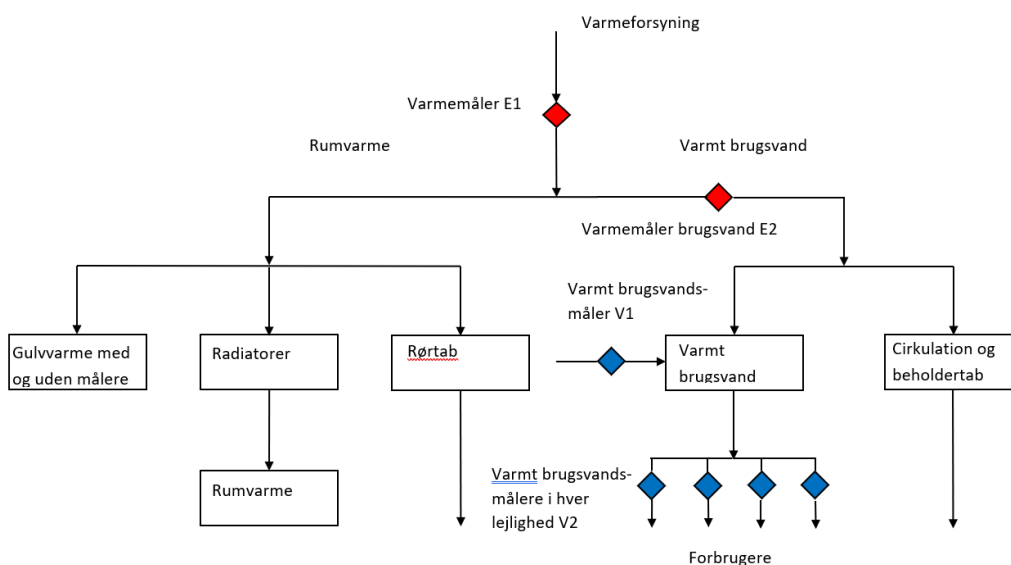
Varmetab fra rørsystemet i centralvarmeanlægget ("Rørtab") er en beregnet værdi. I kapitel 6.2 ses hvorledes denne værdi kan beregnes.



Figur 6.24. Princip 2. Måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren (varmemåler E1), varmefordelingsmålere på alle radiatorer og energimåler på varmtvandsbeholderen (varmemåler brugsvand E2)

Princip 3

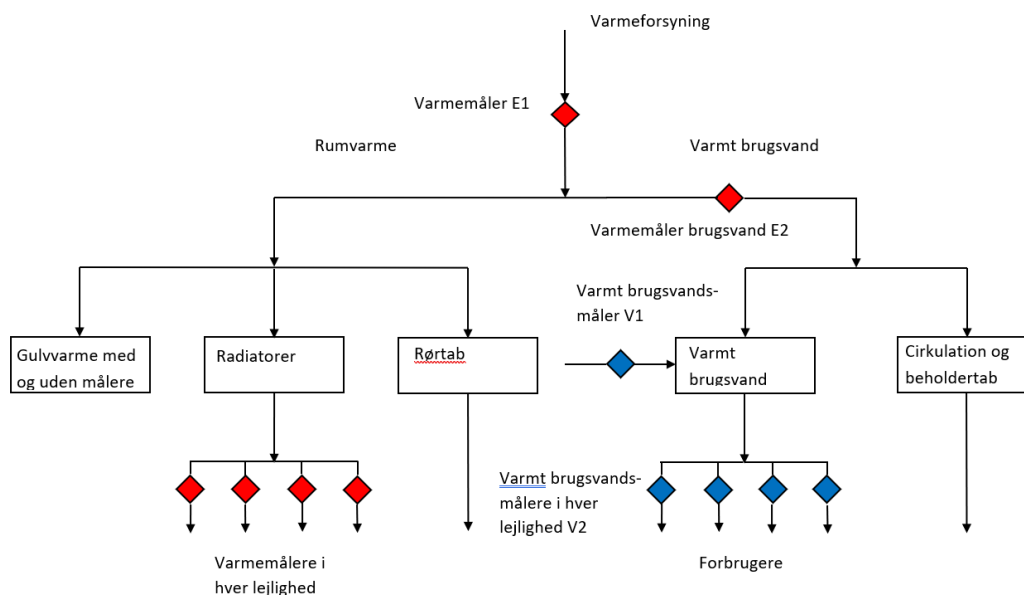
Princip 3 svarer stort set til princip 2. Forskellen er, at alle lejligheder er forsynet med målere til måling af det varme brugsvand. Dette giver mulighed for at vurdere/beregne hvor står en del af forbruget til varmt brugsvand der går til varmetab i rørintallationen og beholderen.



Figur 6.25. Princip 3. Måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren (varmemåler E1), varmefordelingsmålere på alle radiatorer og energimåler på varmtvandsbeholderen (varmemåler brugsvand E2). Endvidere er alle lejligheder forsynet med målere til måling af det varme brugsvand

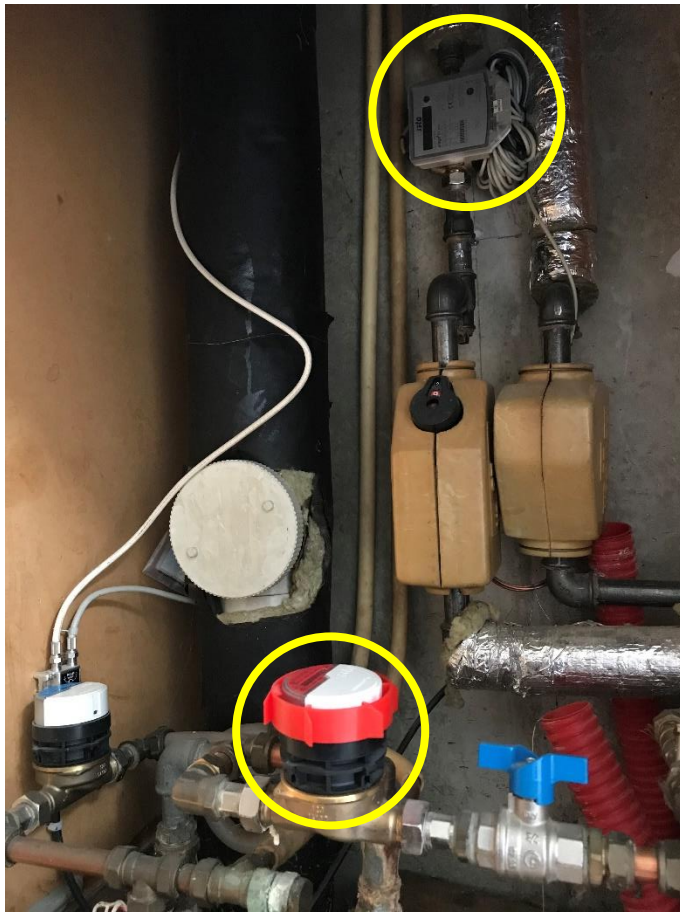
Princip 4

Princip 4 svarer stort set til princip 3. Forskellen er, at alle lejligheder også er forsynet med målere til måling varmekonsumet til rumopvarmning. Dette giver mulighed for at vurdere/beregne hvor stor en del af forbruget til rumopvarmning der går til varmetab i rørinstallationen.



Figur 6.26. Princip 4. Måling af ejendommens samlede varmekonsum på hovedmåleren (varmemåler E1) og energimåler på varmtvandsbeholderen (varmemåler brugsvand E2). Endvidere er alle lejligheder forsynet med målere til måling varmekonsumet til rumopvarmning og det varme brugsvand

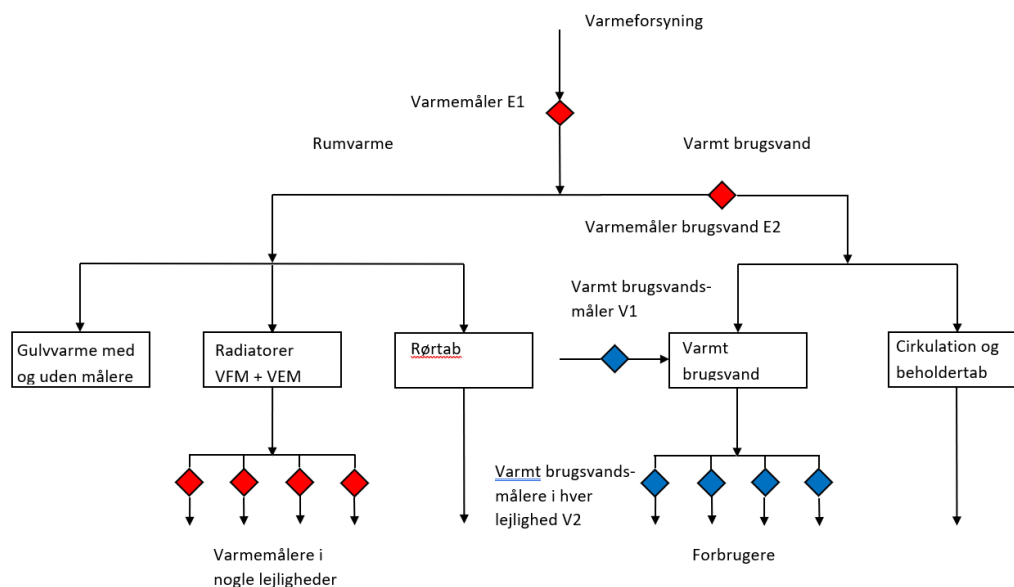
I figur 6.1.27 ses et eksempel på princip 4.



Figur 6.27. Princip 4. Måler på centralvarme og varmt brugsvand

Princip 5

Princip 5 er en kombination af de fire andre principper. Her er der kombinationer af radiatorer med varmefordelingsmåler og varmemålere, gulvvarme m/u måler og vedvarende energi (VE).



Figur 6.28. Princip 5. En kombination af de fire andre principper

6.2 Arbejdspakke 2 - Udvikling af metode, beregningsværktøj og retningslinjer for udarbejdelse af varmeregnskaber

6.2.1 Opstilling af et generelt princip for kostægthed baseret på det retvisende varmeregnskab

Kostægthed for opvarmning af brugsvand

Kostægthed for opvarmning af brugsvand forudsætter at der er monteret varmtvandsmålere pr. lejlighed. Når der antages eller skønnes opvarmningen af det varme vand, kan energiforbruget til det varme vand beregnes rimeligt nøjagtigt, se afsnit 6.1.1.

Kostægthed for rumvarme

Som et passende kompromis mellem sparemotivation og kostægthed foreslås i dette projekt, at man så vidt muligt tilrettelægger fordelingsnøglen, så den forbrugsafhængige energipris i lejlighederne bliver ca. det halve af varmeværkets forbrugsafhængige pris, som anført under

Dette betyder at man oftest skal udnytte målerbekendtgørelsens 40 % regel, og at vejledningsreglen om 60 % ikke kan overholdes.

Systemer baseret på temperatur og komfort

Der er foreslået systemer til løsning af sådanne problemer, se fx /19/, /20/, /21/, /22/, /23/, /24/, fx ved at kombinere radiatormålerens tælling med en rumtemperaturmåling. De moderne to-følermålere indeholder en mulighed for at estimere rumtemperaturen. En kombination af energiforbrug og rumtemperatur for hvert rum i lejligheder kan da indgå med passende vægt i fordelingsregnskabet.

Også systemer med en gradtimetæller¹ for hver lejlighed har været kendt i 50 år. Særligt i Sverige har princippet været diskuteret og testet, se /21/ fra Lund. Her er gradtimerne baseret på to følere pr lejlighed suppleret med en ganske kompliceret algoritme fx med grænser for lave temperaturer, så man ikke kan snyde systemet ved at lukke alle vinduer op, når man ikke er hjemme ol. Basistemperaturen er 21 °C (i stedet for udetemperaturen) og systemet har fungeret, men det anføres, at det ikke er kosteffektivt, fordi der ikke blev opnået nogen væsentlig besparelse.

Det dynamiske varmeregnskab afprøves for tiden af flere boligselskaber /22/. Det er baseret på måling af temperatur, fugt og CO₂ et sted i hver lejlighed. Hvis beboerne holder sig inden for visse grænser, tæller måleren med en basishastighed. Kommer man uden for grænserne forøges tællehastigheden. Temperaturgrænserne er 18 til 22 °C, der er neutral zone for temperaturen. For en moderne bygning betyder 4 °C ændring i temperaturen 30 – 50 % ændring i energiforbruget og det er bemærkelsesværdigt at varmeregningen inden for dette spand ikke påvirkes direkte. Systemet er således ikke kostægte, og da der ikke er nogen økonomisk gevinst ved at holde så lav temperatur som muligt er det svært at se, hvorledes installationen kan blive kosteffektiv.

¹ Gradtimer er summen af produktet af forskellen mellem inde- og udetemperatur og tiden i timer på timebasis.

Ved en større udbredelse vil udstyret - da det bruges til at betale efter - blive et *legalt måleudstyr*, og der vil blive behov tekniske standarder for nøjagtighed, kalibrerings- eller udskiftningsintervaller mm.

Det er dog en almindelig opfattelse at en tilbagemelding om indeklimaet – specielt et indeklima, der kan skade bygningen ved fx at udløse skimmelsvamp kan være nyttig, så risici kan opdages og rettes, før skaden er sket. Dette er dog ikke helt simpelt, se /25/. det er ikke nok at måle temperatur og relativ fugtighed, da bygningens konstruktion og isoleringsgrad har stor betydning.

6.2.2 Generelle principper for kostægte og retvisende varmeregnskaber

Det må generelt antages at jo mere omfattende et anlæg er instrumenteret med målere jo bedre er muligheden for at udfærdige et kostægte og retvisende varmeregnskab. Men da en omfattende instrumentering kan være teknisk meget vanskelig og omkostningskrævende er medtaget anlæg med alle grader af instrumentering

For alle anlægsprincipper gælder følgende:

1. Grundlaget for varmeregnskabet en fjernvarmeregning eller en brændselsregning. For udarbejdelse af varmeregnskabet *deles beløbet i en forbrugsafhængig del og en fast andel*
2. I den forbrugsafhængige del *indregnes en eventuel betaling for vandmængde (m^3 – afgift), så der kan beregnes en pris pr energienhed (kWh, MWh, GJ)*
3. Den faste andel fordeles efter faste fordelingstal (normalt m^2). Ved flytninger fordeles efter antal dage.
4. Gulvvarme uden måler. Varmeregningen baseres på 200 kWh/ m^2 pr år, hvis der er varme på om sommeren, ellers 150 kWh/ m^2 /år. Gulvene kan give meget mere varme fra sig, op til 600 – 800 kWh/ m^2 pr år og derfor bør gulvvarmeanlæg større end 6 m^2 /lejlighed forsynes med energimåler. Gulvvarmeanlæggets ydelse skal også korrigeres for udsat beliggenhed. Formelt beregnes et forhold mellem energimængde og varmefordelingsmålerens tælling.
5. Kostægthed for rumvarme. I *fritliggende huse* bør fordelingsnøglen fastlægges, så energiprisen i fordelingsregnskabet svarer til energiforsyningens forbrugsafhængige pris. For rækkehuse og tæt lav kan der være tale om en begrænset termisk kontakt mellem husene og da kan dette princip også anvendes. For rækkehuse med en uisoleret brandmur mellem husene anvendes samme regel som for etageejendomme nedenfor. For anlæg med varmeenergimålere sættes prisen til fjernvarmeværkets variable pris. For anlæg med varmefordelingsmålere i fritliggende huse sættes enhedsprisen baseret på en varmebalance inkl. et skøn over varmetabet fra centralvarmerørene, så rørvarmetabene afregnes efter m^2 og radiatorvarmen afregnes efter varmefordelingsmålerne.
6. Kostægthed for rumvarme: *I lejligheder i etageejendomme og i rækkehuse med en uisoleret brandmur mellem boligerne* er det med tilnærmelse kostægte, at prisen for energi i lejlighederne er den halve af forsyningens forbrugsafhængige pris. Dette kan

ikke opnås generelt med den gældende lovgivning. Som en tilnærmelse foreslås at udforme fordelingsnøglen, så man udnytter bekendtgørelsens (563) 40 % eller vejledningens (11032) 60 % regel. For anlæg med energimålere betyder dette, at energiprisen i fordelingsregnskabet skal være 60 % af forsyningens forbrugsafhængige pris. For anlæg med varmfordelingsmålere og med måler på varmtvandsbeholderens primærside anvendes ligeledes 60 % reglen. Hvis denne måler ikke er monteret kan 40 % reglen anvendes.

7. Korrektion for udsat beliggenhed. *I andelsboliger og ejerboliger bør det overvejes at undlade korrektion for udsat beliggenhed.* I denne type boliger kan der i mange tilfælde udføres energibesparende foranstaltninger betalt af boligens ejer. Der skal så beregnes en ny korrektion og besparelsen deles mellem alle ejere. Omvendt skal en dårlig vedligeholdt lejlighed kompenseres for et stort (forudberegnet) forbrug. Korrektionerne er ofte relativt små i forhold til den faktiske spredning i det målte forbrug og det giver et argument for at lade være. Et målt eller beregnet merforbrug kan efter bekendtgørelsen indgå i handelsprisen for lejligheden.

For lejeboliger anvendes som regel korrektion for udsat beliggenhed. Generelt anbefales at basere korrektionen på en varmetabsberegning for hver lejlighed eller for hvert rum, hvis der korrigeres pr radiator. Teknologisk Institut anbefaler normalt, at korrektionen foretages pr lejlighed. Hvis korrektionen foretages pr radiator er det uhensigtsmæssigt, at beboerne kan foretrække at bruge den mest korrigerede radiator.

Ved anlæg med energimålere pr lejlighed må korrektionen beregnes pr lejlighed. Ved anlæg hvor målertyperne blandes vil det være hensigtsmæssigt at anvende korrektion pr lejlighed for begge målertyper. Det kan fx være hvis der monteres varmeenergimålere på et gulvvarmeanlæg.

Hvis korrektionen foretages i m^2 anbefales kun metode 3 og 4. Hvis korrektionerne er meget store – større end ca. 40 %, anbefales korrektion i tælling og eventuelt kombineret korrektion i tælling og m^2 .

8. Varmetab fra centralvarmerør. I anlæg med energimålere pr lejlighed kan varmetabet beregnes baseret på målingen. I anlæg med varmfordelingsmålere må varmetabet skønnes eller beregnes. I værktøjet "*Varmetab_cirk+vent.xlsm*" kan et skøn foretages for etageejendomme. Varmeudgifterne til rørtabet fra centralvarme fordeles efter grad-dage ved flytninger.²
9. Opvarmning af brugsvand, ingen målinger i forbindelse med brugsvand. (Anlægsprincip 1): Forbrug til opvarmning beregnes af 800 kWh pr beboer pr år + cirkulationstab pr lejlighed pr år. Dettets kan skønnes vha. værktøjet "*Varmetab_cirk+vent.xlsm*". Formlen er indeholdt i værktøjet for anlægsprincip 1. Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris. Formlerne er indsat i regnearket. Arket findes i en version med værelshaneandele og en version baseret på m^2 . Flytninger beregnes efter kalenderdage.

² Der findes dog anlæg med vandvarmer i hver lejlighed. I dette tilfælde fordeles efter tid ved flytninger.

10. Opvarmning af brugsvand (anlægsprincip med *koldtvandsmåler* på varmtvandsbeholderens koldtvandstilgang). Forbrug til opvarmning beregnes af $m^3 \cdot 1,16 \cdot \Delta T$ (kWh) + cirkulationstab pr. lejlighed pr år. Cirkulationstabet kan skønnes vha. værktøjet "*Varmetab_cirk+vent.xlsm*". Formlen er indeholdt i værktøjet for anlægsprincip 1. Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris. Flytninger beregnes efter tid. Formlerne er indsat i regnearket. Arket findes også i en version med værelsehaneandele. Flytninger beregnes efter tid.
11. Opvarmning af brugsvand (*anlægsprincip 2 med energimåler (E2) på varmtvandsbeholderens energiforsyningsside*). Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris. Formlerne er indsat i regnearket. Arket findes også i en version med værelsehaneandele. Flytninger beregnes efter tid.
12. Opvarmning af brugsvand (anlægsprincip 3 med måler på varmtvandsbeholderens energiforsyningsside+ varmtvandsmålere i hver lejlighed). Energiforbruget i hver lejlighed beregnes af $m^3 \cdot 1,16 \cdot \Delta T$ (kWh). Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris. Forskellen mellem energimåleren E2 og summen af energiforbrugene beregnet ovenfor er cirkulationstabet. Cirkulationstabet betales efter m² eller værelsehaneandele. Arket findes også i en version med værelsehaneandele. Flytninger beregnes efter måler og tid.
13. Anlæg forsynet med fælles varmepumpe, evt. i kombination med naturgasfyr. Det er nødvendigt at montere en energimåler på varmepumpens afgangsside og helst også på varmtvandsbeholderens primærside. Herefter kan anlægsprincip 1 til 5 anvendes som sædvanlig. I værktøjerne indtastes samlet varmeregning (el + gas) og den faste abonnementsafgift. Som energiforbrug indtastes varmemaålerens visning og energiforbrug til varmt vand på beholderens primærside indlæses eller skønnes.
14. Anlæg med supplerende solvarmeanlæg til varmt brugsvand og eventuelt rumvarme. Her skal energimåleren på varmtvandssystemets fjernvarmeside være monteret og visningen af denne indtastes i værktøjerne 2 – 5. Hvis bidraget fra solvarme er stort, kan beregningen af rørtab og fællesarealer blive negativt. Dette giver så en reduktion af varmeregningerne og posten omdøbes til rørtab, opvarmning af fælles arealer og bidrag fra solvarme. (Hvis negativt er bidraget fra solvarme større end rørtab + opvarmning af fællesarealer og giver et fradrag i varmeregningen).

6.2.3 Beregningsværktøjer

Der er udviklet fem beregningsværktøjer baseret på de fem forskellige anlægsudformninger/-principper beskrevet i afsnit 6.1.3.

I figur 6.29 ses hvorledes værktøjet er opbygget. Figuren viser værktøjet for en ejendom med princip 1, men værktøjet er i princippet ens uanset hvilket anlægsprincip der benyttes. Der er dog forskel i hvilke indtastningsfelter der skal benyttes og i princip 1 foretages der en beregning af energiforbruget på varmtvandsbeholderens primærside, da det forudsættes at der ikke er installeret en måler.

Eksempel 1 – princip 1 (etageejendom i Hedehusene)

Princip 1: Ejendom med kun varmefordelingsmålere

Regning fra varmeværk	435.813	Kr.	Korrektion energi	ja
Heraf faste afgifter	76.152	Kr.	Korrektion m ²	
			energi + m ²	
Totalt varmeforbrug (hovedvarmemåler)	428,00	MWh	Kontrol 40/60	40 % - bekendtgørelsen
			40	
			52	60 %- vejledningen
			62	Fritiggende huse
			Prisforhold	
Antal lejligheder	45	stk.		
	Uden korr.	Med korr.		
Boligareal, sum m ² og m ² korrigeret	3.481,00	3.481,00		
Værelshaneandele (VHA)	266	stk.		
Antal beboere	53	stk.		
Cirkulationstab pr. lejlighed	150	W		
Sum af varmtvandsmålere m ³	0	m ³		
Skønnet opvarmning af varmt brugsvand	35	°K		
% af rumvarme til varmetab og opv. af fælleslokaler	15,0	%		
Måler/skøn på varmtvandsbeholders primærside	101,53	MWh		
	Uden korr.	Med korr.		
Talte enheder MWh aflæst på energimålere (gulv eller hele lejl.)				
Talte enheder rad. mål (dimensionsløs) sum	89.878,95	85.599,00		
Gulvvarme uden målere sum m ² (gulvareal)				
Antaget MWh pr år pr m ² gulvvarme		MWh		
Rumvarme efter m ² %	38,30	%		
Gennemsnitspris pr. MWh	1.018,25	kr./MWh		
Marginalpris pr. MWh	840,33	kr./MWh		

Figur 6.29. Opbygning af værktøjet

Der foretages måling af ejendommens totale varmeforbrug. Endvidere er der varmefordelingsmålere i hver lejlighed til måling af energiforbruget til rumopvarmning. Forbruget til varmt brugsvand måles ikke, men opgøres som værelshaneandele.

Nedenfor ses de data der er indtastet for ejendommen:

- Regning fra varmeværket: 435.813 kr.
- Faste afgifter: 76.152 kr.

Regningen fra varmeværket indeholder en variabel og fast andel. Den variable andel udgør 321.385 kr. (528,57 kr./MWh) og et tillæg for ringe afkøling på 38.276 kr.

Den faste andel udgør 71.373 kr. (18,84 kr./m² for mindre end 500 m² og 16,43 kr./m² for større end 500 m²). Endvidere betales 4.779 kr. i målerabonnement. Det vil sige at den faste andel udgør i alt 76.152 kr.

- Totalt varmeforbrug (E1): 428,49 MWh
- Antal lejligheder: 45 stk.
- Totalt areal uden og med korrektion: 3.481/3.481 m²
I ejendomme foretages der ikke en korrektion af arealet. Derfor er de to arealer ens.
- Værelshaneandele: 266 stk.
- Antal beboere: 53 stk.
- Cirkulationsstab pr. lejlighed: 150 W
Dette cirkulationstab kan skønnes eller beregnes.
- Sum af varmtvandsmålere: 0 m³
Summen af varmtvandsmålere er 0 m³, da der er tale om princip 1, hvor der kun er varmefordelingsmålere.
- Skønnet opvarmning af varmt brugsvand: 35 °K
Denne opvarmning benyttes til beregning af nettoforbruget til varmt brugsvand. Typisk anvendes fra 35 – 45 °K.
- Procent af rumvarme til varmetab og opvarmning af fælleslokaler: 15 %
Varmetabet fra cirkulationsledningerne til rumvarme er skønnet til 64 MWh svarende til 15 % af det samlede varmeforbrug. Der findes et værktøj til mere nøjagtige skøn, hvis der er behov for nøjagtigere værdier.
- Måler/skøn på varmtvandsbeholderens primærside (E2): 101,5 MWh
Dette energiforbrug er beregnet på baggrund af indtastede data for antal lejligheder, antal beboere og cirkulationstabet pr. lejlighed. Teknologisk Institut anbefaler en måler på beholderens primærside.
- Talte enheder aflæst på energimålere: 0 MWh
Talte enheder aflæst på energimålere er 0 MWh, da der er tale om princip 1, hvor der kun er varmefordelingsmålere. Enhederne kan angives som ukorrigerede og korrigerede.
- Varmemålerdelinger: 89.878,95/85.599,00
Varmemålerdelingerne kan angives som ukorrigerede og korrigerede. I denne ejendom foretages en korrektion af varmemålerdelingerne. Derfor er der angivet to varmemålerdelinger.

- Gulvvarme uden målere (sum m² gulvareal): 0 m²
Gulvvarmeareal uden målere er 0 m², da der ikke er gulvvarme i denne ejendom. Gulvvarmearealerne kan angives som ukorrigerede og korrigerede.
- Rumvarme efter m²: 38,3 %
En forklaring på dette tal ses senere i afsnittet.
- Gennemsnitspris pr. MWh: 1.018,25 kr./MWh
- Marginalpris pr. MWh: 840,33 kr./MWh
Marginalprisen er energiprisen uden faste afgifter.

Der kan endvidere foretages korrektion for udsat beliggenhed. Der kan vælges mellem nedenstående tre korrektioner:

- Korrektion i energi
- Korrektion i m²
- Korrektion i energi og m²

Disse korrektioner benyttes, når der regnes for de enkelte lejemål.

Der kan endelig vælges nedenstående beregninger:

- 40 % - Bekendtgørelsen (mindst 40 % af det forbrugsafhængige forbrug skal afregnes efter målere)
- 60 % - Vejledningen (mindst 60 % af det forbrugsafhængige forbrug skal afregnes efter målere)
- Fritliggende

Der er klikket på at bekendtgørelsens 40 % skal være overholdt. Det ses, at bekendtgørelsens 60 % ikke er overholdt.

Prisforholdet, som gerne skulle være 50 % for at være tilnærmelsesvis kostægte, er beregnet til 62 %, hvilket er så kostægte som lovgivningen tillader.

Det ses endvidere, at 38,3 % af rumvarmeforbruget skal afregnes efter m², hvis varme-regnskabet skal være så kostægte som muligt. Dette tal ændrer sig afhængig af om man regner efter de 40 % jf. bekendtgørelsen eller efter de 60 % jf. vejledningen.

Endelig ses, at marginalprisen, hvilket er prisen uden fast afgift, er beregnet til 840,33 kr./MWh.

Korrektion pr. radiator

Korrektion pr. radiator kan kun anvendes ved radiatormålere og er altid kun en korrektion i enheder. Ved anvendelse af arkene skal der indtastes summen af skalerede, men ukorrigerede enheder såvel som skalerede og korrigerede enheder. Herefter anvendes arkene som normalt. Når regningerne genereres vil der i ens lejlighederne kunne opstå det problem at den endelig korrektion eller rabat vil afhænge af hvilke radiatorer, der har været brugt i lejlighederne og ens lejligheder vil derfor ikke få samme rabat.

I nedenstående figur ses beregning af energibalance og fordelingsbeløb.

Beregning af energibalance og fordelingbeløb

	MWh	Marg.pris	Kr
Nettoforbrug Varmt vand	0,00	840,33	0
Cirkulation, beholdertab og opvarmning af vandet	101,53	840,33	85.319
Samlet bygningsvarme E1-E2, E2 skønnet	326,47		
Rumvarme MWh efter målere	0,00	518,48	0
Varmetab og fælleslokaler	48,97	840,33	41.151
Gulvvarme uden måler	0,00	518,48	0
Rumvarme efter varmfordelingsmålere	277,50	518,48	143.879
Rumvarme efter m ²	106,28	840,33	89.312
I alt			359.661
Fast afgift værk			76.152
Regning i alt			435.813

Enhedspriser	Enheder	Kr/enhed	I alt
Varmtvandsmåler (m ³)	0,00	0,00	0
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	266,00	320,75	85.319
Rumvarme (m ²)	3481,00	25,66	89.312
Rumvarme (MWh)	0,00	0,00	0
Rumvarme VFM	85599,00	1,68	143.879
Gulvvarme uden måler	0,00	0,00	0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m ²)	3481,00	11,82	41.151
Fast afgift værk (m ²)	3481,00	21,88	76.152
I alt m² pris		380,10	435.813

Figur 6.30. Energibalance og fordelingsbeløb

I figuren ses, at varmt brugsvand inkl. tab, varmetab fra cirkulationsledninger (rumvarme) og fælleslokaler samt rumvarme efter m² skal afregnes til en pris på 840,33 kr./MWh. Prisen til rumopvarmning efter målere skal afregnes til en pris på 518,43 kr./MWh.

I figuren ses hvilke enhedspriser der tilnærmelsesvis er kosttægte. Disse enhedspriser er listet op nedenfor.

- Pris opvarmning: 1,68 kr./varmemålerdeling
- Pris kvadratmeter: 60,16 kr./m²
- Pris varmt vand: 320,75 kr./værelsehaneandel

Prisen pr. m² er beregnet som: (26,21 kr./m² + 12,07 kr./m² + 21,88 kr./m²). Priserne er betydeligt anderledes end dem der benyttes nu.

I ejendommens varmeregnskab ses følgende priser:

- Pris opvarmning: 2,34 kr./varmemålerdeling
- Pris kvadratmeter: 23,07 kr./m²
- Pris varmt vand: 428,67 kr./værelsehaneandel

De priser der lige nu benyttes til afregning af opvarmning og varmt vand er således betydeligt højere end det de bør være. Dette betyder, at et lejemål med et stort varme- og varmtvandsforbrug vil få en for høj regning. Et eksempel på dette ses nedenfor.

Eksempel

Data for lejemålet:

- Varmeforbrug: 4.534,29 varmemålerdelinger
- Areal: 81,0 m²

- Værelsehandeandele: 7 stk.

Regningen udgjorde 15.516 kr. hvoraf varmens andel udgjorde 10.622 kr.

I nedenstående figur ses hvorledes regningen burde se ud, hvis den skulle være så kost-ægte som muligt.

stort forbrug	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	81,00	21,88		1.771,99	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	81,00	11,82	0,00	957,56	
Rumvarme VFM	4534,00	1,68	0,00	7.620,96	
Rumvarme (MWh)	0,00	0,00	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	7,00	320,75		2.245,23	
Rumvarme (m2)	81,00	25,66	0,00	2.078,22	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvarme uden måler	0,00	0,00	0,00	0,00	
			I alt	14.673,96	

Figur 6.31. Varmeregnskab for lejemål med stort forbrug

Som det ses i figuren, er regningen en del højere end den burde være. Regningen er således ca. 840 kr. for høj.

For dette lejemål er der, som det ses i nedenstående figur, ikke nogen korrektion i energi, m² eller begge del.

Beløb inkl moms	Korrektion	energi	m ²	energi + m ²
1.771,99	0,0	0,0	0,0	0,0
957,56				
7.620,96				
0,00				
2.245,23				
2.078,22				
0,00				
0,00				
14.673,96		rumvarme 10.656,74	1,479	

Figur 6.32. Mulighed for korrektion

Priserne der benyttes nu, betyder samtidig, at et lejemål med et lavt varme- og varmtvandsforbrug vil få en for lav regning. Et eksempel på dette ses nedenfor.

Eksempel

Data for lejemålet:

- Varmeforbrug: 500,00 varmemålerdelinger
- Areal: 99,0 m²
- Værelsehandeandele: 7 stk.

Regningen udgjorde 6.492 kr. hvoraf varmens andel udgjorde 1.171 kr.

I nedenstående figur ses hvorledes regningen burde se ud, hvis den skulle være så kost-ægte som muligt.

lille forbrug	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	99,00	21,88		2.165,77	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	99,00	11,82	0,00	1.170,35	
Rumvarme VFM	500,00	1,68	0,00	840,42	
Rumvarme (MWh)	0,00	0,00	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (m2)	7,00	320,75		2.245,23	
Rumvarme (m2)	99,00	25,66	0,00	2.540,05	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvarme uden måler	0,00	0,00	0,00	0,00	
			I alt	8.961,82	

Figur 6.33. Varmeregnskab for lejemål med lille forbrug

Som det ses i figuren, er regningen betydeligt lavere end den burde være. Regningen er således ca. 2.500 kr. for lav.

Eksempel 2 – princip 2 (ejerforening - rækkehuse i Norfors område)

I denne bebyggelse anvendes princip nr. 2.

Der foretages måling af ejendommens totale varmeforbrug og måling af forbruget til opvarmning af varmt brugsvand, målt på varmtvandsbeholderens primærside. I de enkelte huse findes kun radiatormålere.

Nedenfor ses data for ejendommen:

Antal rækkehuse i alt:	64 stk. i 8 rækker	Heraf 32 på 117 m ² med ca. 19 m ² gulvvarme, og 32 på 144 m ² med 5,5 m ² gulvvarme
Totalt areal:	8.660 m ²	
Totalt varmeforbrug (E1):	1.600 MWh	
Forbrug til opvarmning af varmt brugsvand inkl. tab (E2):	400 MWh	
Forbrug til rumopvarmning inkl. tab:	1.200 MWh	
Regning fra varmeværket:	1.311.400 kr.	Heraf fast afgift kr. 165.043 kr. og variabel del på 1.146.357 kr.
En del af regningen omfatter en m ³ -afgift (af hensyn til afkøling)		5,26 kr. pr m ³

Figur 6.34. Data for eksempel vedrørende en ejerforening i Norfors område.

Varmeanlæggets rørsystem omfatter en hovedledning i jord til 64 huse, der grener sig ud til de 8 rækker. Rækkeledningerne løber derefter i jord, i krybekælder, kælder eller lofter. Varmetabet fra rørledningerne er skønnet til 22 % af varmen leveret af varmecentralen til centralvarmeanlæggene, svarende til 264 MWh.

Det varme brugsvand produceres også i varmecentralen, og der måles på varmtvandsbeholderens primærside.

Der er kun varmefordelingsmålere i de enkelte huse.

Det store gulvvarmeanlæg i de små huse har et betydeligt potentiale for varmeafgivelse og gulvene er ikke forsynet med automatisk varmeregulering.

Hvis anlægget drives med høj gulvtemperatur – fx med 9 graders forskel mellem gulvoverflade og rum, og man derefter lader dørene stå åbne til tilstødende rum, vil behovet for radiatorvarme falde meget signifikant i det meste af fyringssæsonen. Ved 9 graders forskel i

5.000 timer pr år vil varmeafgivelse være ca. 500 kWh pr m² afgivet opad, dvs. for 19 m² ca. 9.500 kWh. Dette vil være en betydelig del af husets varmebehov. Reelt vil et gulv også afgive varme nedad og dette bidrag kan være af betydning.

Det er muligt at montere varmenergimålere på de små huse, men ikke på de store, da der er flere stikledninger ind i de store huse.

Regningen fra varmeværket indeholder en variabel og fast andel. Den variable andel udgør 1.146.357 kr. og den faste andel udgør 165.043 kr. Den totale pris på varmen er 819 kr. pr MWh. Prisen på varme er 716 kr./MWh. Prisen pr m³ fjernvarmevand er 5,26 kr./m³.

Ovenstående data for ejendommen er indtastet i regnearket for anlægsudformning/-princip nr. 2. I nedenstående figur ses indtastningerne.

Princip 2: Ejendom med varmefordelingsmålere og energimåler på varmtvandsbeholderens fjernvarmeside

Regning fra varmeværk	1.311.400	Kr.	Korrektion energi	ja
Heraf faste afgifter	165.043	Kr.	Korrektion m ² energi + m ²	
Totalt varmeforbrug (hovedvarmemåler)	1.600,00	MWh	Kontrol 40/60	40 % bekendtgørelsen
Antal lejligheder	64	stk.	49	60 % vejledningen
Boligareal, sum m ² og m ² korrigeret	8.660,00	8.660,00	Med korr.	Fritliggende huse
Værelshaneandele (VHA)	1024	stk.	Prisforhold	
Antal beboere	0	stk.	100	
Cirkulationstab pr. lejlighed	300	W		
Sum af varmtvandsmålere m ³	0	m ³		
Skønnet opvarmning af varmt brugsvand	35	°K		
% af rumvarme til varmetab og opv. af fælleslokaler	22,0	%		
Måler/skøn på varmtvandsbeholders primærside	400,00	MWh		
Talte enheder MWh aflæst på energimålere (gulv eller hele lejl.)	2,00	1,80	Uden korr.	Med korr.
Talte enheder rad. mål (dimensionsløs) sum	127.500,00	127.500,00		
Gulvvarme uden målere sum m ² (gulvareal)	790,00	790,00		
Antaget MWh pr år pr m ² gulvvarme	0,20	MWh		
Rumvarme efter m ² %	0,00	%		
Gennemsnitspris pr. MWh	819,63	kr./MWh		
Marginalpris pr. MWh	716,47	kr./MWh		

Figur 6.35. Indtastninger fra rækkehuse. Der er indtastet 200 kWh pr. m² for gulvvarmen, der er Teknologisk Instituts sædvanlige anbefaling

Der er klikket på fritliggende huse, idet der netop i disse rækkehuse findes en nogenlunde isoleret brandmur. Der er ikke korrigeret for udsat beliggenhed.

Den største usikkerhed i dette regnskab skyldes det store gulvvarmeanlæg.

Normalt anbefales at anvende 0,2 MWh pr m² ikke målt gulvvarme. Det anbefales at sætte målere på gulve større end ca. 6 m².

Beregning af energibalance og fordelingbeløb

	MWh	Marg.pris	Kr
Nettoforbrug Varmt vand	0,00	716,47	0
Cirkulation og beholdertab	400,00	716,47	286.589
Samlet bygningsvarme E1-E2	1200,00		
Rumvarme MWh efter målere	2,00	716,47	1.433
Varmetab og fælleslokaler	264,00	716,47	189.149
Gulvvarme uden måler	158,00	716,47	113.203
Rumvarme efter varmfordelingsmålere	776,00	716,47	555.983
Rumvarme efter m ²	0,00	716,47	0
I alt			1.146.357
Fast afgift værk			165.043
Regning i alt			1.311.400

Enhedspriser	Enheder	Kr/enhed	I alt
Varmtvandsmåler (m ³)	0,00	0,00	0
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	1024,00	279,87	286.589
Rumvarme (m ²)	8660,00	0,00	0
Rumvarme (MWh)	1,80	796,08	1.433
Rumvarme VFM	127500,00	4,36	555.983
Gulvvarme uden måler	790,00	143,29	113.203
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m ²)	8660,00	21,84	189.149
Fast afgift værk (m ²)	8660,00	19,06	165.043
I alt m ² pris		320,77	1.311.400

Figur 6.36. Beregning af enhedspriser, når ikke målt gulvvarme sættes til 200 kWh pr. m² pr år

Og der fås typiske gennemsnitlige varmeregninger:

Varmeregninger

middel forbrug (Et lille hus med et stort gulvvarmeanlæg)	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	117,00	19,06		2.229,80	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	117,00	21,84	0,00	2.555,48	
Rumvarme VFM	1500,00	4,36	0,00	6.540,98	
Rumvarme (MWh)	0,00	796,08	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	16,00	279,87		4.477,96	
Rumvarme (m2)	117,00	0,00	0,00	0,00	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvvarme uden måler	19,00	143,29	0,00	2.722,60	
			I alt	18.526,80	

stort forbrug (Stort hus med 6 m ² gulvvarme)	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	144,00	19,06		2.744,36	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	144,00	21,84	0,00	3.145,20	
Rumvarme VFM	4000,00	4,36	0,00	17.442,61	
Rumvarme (MWh)	0,00	796,08	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	16,00	279,87		4.477,96	
Rumvarme (m2)	144,00	0,00	0,00	0,00	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvvarme uden måler	6,00	143,29	0,00	859,77	
			I alt	28.669,90	

Figur 6.37. Regningerne matcher nogenlunde de faktiske mht. til forholdet mellem de to hustyper.

Det ses, at huset med de små gulvvarmeanlæg får en meget lavere varmeregning pr m² hus end de store huse. Pr. m² fås for de små huse 158 kr. og for de store fås 199 kr.

Dette kan jo ikke gå, når klimaskærmen er nogenlunde ens i de to hustyper, og der i praksis så brugt en tilpasset model hvor ikke målt gulvvarme ansættes meget højere.

Indtastning af 470 kWh giver følgende:

Princip 2: Ejendom med varmefordelingsmålere og energimåler på varmtvandsbeholderens fjernvarmeside				
Regning fra varmeværk	1.311.400	Kr.	Korrektion energi	ja
Heraf faste afgifter	165.043	Kr.	Korrektion m ²	
			energi + m ²	
Totalt varmeforbrug (hovedvarmemåler)	1.600,00	MWh	Kontrol 40/60	40 % bekendtgørelsen
Antal lejligheder	64	stk.	35	60 % vejledningen
	Uden korr.	Med korr.	47	
Boligareal, sum m ² og m ² korrigeret	8.660,00	8.660,00	Prisforhold	Fritliggende huse
			100	
Værelshaneandele (VHA)	1024	stk.		
Antal beboere	0	stk.		
Cirkulationstab pr. lejlighed	300	W		
Sum af varmtvandsmålere m ³	0	m ³		
Skønnet opvarmning af varmt brugsvand	35	°K		
% af rumvarme til varmetab og opv. af fælleslokaler	22,0	%		
Måler/skøn på varmtvandsbeholders primærside	400,00	MWh		
	Uden korr.	Med korr.		
Talte enheder MWh aflæst på energimålere (gulv eller hele lejli	2,00	1,80		
Talte enheder rad. mål (dimensionsløs) sum	127.500,00	127.500,00		
Gulvvarme uden målere sum m ² (gulvareal)	790,00	790,00		
Antaget MWh pr år pr m ² gulvvarme	0,47	MWh		
Rumvarme efter m ² %	0,00	%		
Gennemsnitspris pr. MWh	819,63	kr./MWh		
Marginalpris pr. MWh	716,47	kr./MWh		

Figur 6.38. Her er indtastet 0,47 MWh pr. m² gulvvarme.

Der fås følgende regninger:

Varmeregninger					Korrektion
middel forbrug (Et lille hus med et stort gulvvarmeanlæg)	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	0,0
Fast afgift værk (m2)	117,00	19,06		2.229,80	
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	117,00	21,84	0,00	2.555,48	
Rumvarme VFM	1500,00	3,16	0,00	4.743,05	
Rumvarme (MWh)	0,00	796,08	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	16,00	279,87		4.477,96	
Rumvarme (m2)	117,00	0,00	0,00	0,00	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvarme uden måler	19,00	336,74	0,00	6.398,11	
			I alt	20.404,39	
stort forbrug (Stort hus med 6 m² gulvvarme)	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	0,0
Fast afgift værk (m2)	144,00	19,06		2.744,36	
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	144,00	21,84	0,00	3.145,20	
Rumvarme VFM	4000,00	3,16	0,00	12.648,14	
Rumvarme (MWh)	0,00	796,08	0,00	0,00	
Varmetab VVB og cirkulation (VHA)	16,00	279,87		4.477,96	
Rumvarme (m2)	144,00	0,00	0,00	0,00	
Varmtvandsmåler (m3)	0,00	0,00		0,00	
Gulvarme uden måler	6,00	336,74	0,00	2.020,45	
			I alt	25.036,12	

Figur 6.39. 0,47 MWh pr m² gulvvarme uden måler giver præcis den samme varmeregning pr m².

Denne metode er i høj grad en nødløsning. Et system, hvor varmeafgivelsen måles direkte enten for gulvet separat eller for hele bygningen vil gøre varmeregnskabet retvisende og vil motivere for energibesparelser.

Besparelsen vil kunne realiseres ved indførelse af varmeautomatik på gulvene og så vidt vi ses er der også mulighed for at isolere gulvvarmen nedadtil i en krybekælder.

Med udgangspunkt i denne type beregninger foreslås, at der indføres 8 energimålere, en pr. række af huse. Videre at montere energimålere i de 32 huse med de store gulvvarmeanlæg. Det skønnes at der vil kunne opnås en varmebesparelse, der vil betale målerne i løbet af få år.

Varmeregnskabet struktur bliver nu, at der et fælles varmeregnskab for alle boliger med priser på:

- Fjernvarmens faste afgift, der afregnes efter m²
- Forbruget på varmtvandsbeholderens primærside afregnes i både MWh og m³ fjernvarme og fordeles efter værelshaneandele
- Ledningstabet fra varmecentral og frem til rækkemålerne kan bestemmes på grundlag af målinger og udgiften fordeles efter m²
- For de fire rækker med energimålere pr. hus kan ledningstabet nu bestemmes på grundlag af målinger og udgiften fordeles efter m² efter teknologisk Instituts system 4

- For de fire rækker med varmfordelingsmålere og lille gulvvarmeanlæg beregnes ledningstab baseret på temperatur og udstrækning. Gulvvarmen sættes til 200 kWh pr. m² pr. år. Resten af varme betales over varmefordelingsmålerne efter Teknologisk Instituts system 1

Alternativt og billigere kan der monteres varmeenergimålere på de store gulvvarmeanlæg eller på husene med store gulvvarmeanlæg og Teknologisk Instituts system 5 kan delvis anvendes. Der er dog besværligheder med at beregne ledningstabene og med at finde en fornuftig måde at afregne dette på. Dette kan få ret stor betydning, da den energimængde, der skal tildeles varmefordelingsmålerne, der jo netop er forskellen men den totale energimængde og de øvrige bidrag. Herved bliver der betydelig usikkerhed i bestemmelsen af varmefordelingsmålerens enhedspris.

Konklusionen på dette eksempel er, at det ikke altid er tilstrækkeligt at lave et korrekt varmeregnskab alene med varmefordelingsmåler, når der er installeret større gulvvarmeanlæg. Anbefalingen er her, at grænsen går ved 6 m² gulvvarme. I moderne boliger kan dette endda være for meget.

Eksempel 3 – princip 4 (almennyttigt byggeri- rækkehuse i Ballerup)

I en ejendom benyttes anlægsudformning/-princip nr. 4.

Der foretages måling af ejendommens totale varmeforbrug, måling af forbruget til opvarmning af varmt brugsvand, målt på varmtvandsbeholderens primærside. Endvidere er der målere i hver lejlighed til måling af energiforbruget til rumopvarmning (MWh) og forbruget af varmt brugsvand. (m³).

Nedenfor ses data for ejendommen:

• Antal lejligheder:	220 stk.
• Totalt areal:	26.472 m ²
• Totalt varmeforbrug (E1):	2.756 MWh
• Forbrug til opvarmning af varmt brugsvand inkl. tab (E2):	805 MWh
• Forbrug til rumopvarmning inkl. tab:	1.691 MWh
• Varmtvandsforbrug:	7.987 m ³
• Opvarmningen af brugsvand (ΔT):	47 °C
• Regning fra varmeværket:	1.518.556 kr.

Varmetabet fra cirkulationsledningerne til rumvarme og varmt brugsvand er begge beregnet til 248 MWh (9 % af det samlede varmeforbrug) således, at det samlede varmetab er 496 MWh.

Regningen fra varmeværket indeholder en variabel og fast andel. Den variable andel udgør 855.269 kr. (310,33 kr./MWh aktuelt forbrug) og den faste andel udgør 662.432 kr. (240,36 kr./MWh skønnet forbrug baseret på de seneste år).

I ejendommens varmeregnskab ses følgende priser:

• Pris opvarmning:	0,56 kr./kWh
• Pris kvadratmeter:	10,49 kr./m ²
• Pris varmt vand:	39,81 kr./m ³

Prisen til opvarmning svarer stort set til varmeleverandørens pris (variabel plus fast andel, $1.518.556 / 2756 = 551$ kr pr MWh = 55,1 øre/kWh)

Ovenstående data for ejendommen er indtastet i regnearket for anlægsudformning/-princip nr. 4. I nedenstående figur ses indtastningerne.

Princip 4: Ejendom med varmenergimålere pr lejlighed, varmeenergimåler på varmtvandsbeholderens fjernvarmeside, varmtvandsmålere

Regning fra varmeværk	1.518.556	Kr.	Korrektion energi	ja
Heraf faste afgifter	662.432	Kr.	Korrektion m ²	
			energi + m ²	
Totalt varmeforbrug (hovedvarmemålere)	2.756,00	MWh	Kontrol 40/60	40 % bekendtgørelsen
Antal lejligheder	220	stk.	40	60 % vejledningen
Boligareal, sum m ² og m ² korrigeret	26.472,00	Med korr.	57	Fritiggende huse
		Uden korr.	65	
Værelshaneandele (VHA)			prisforhold	
Antal beboere		stk.		
Cirkulationstab pr. lejlighed		W		
Sum af varmtvandsmålere m ³	7.987	m ³		
Skønnet opvarmning af varmt brugsvand	47	°K		
% af rumvarme til varmetab og opv. af fælleslokaler	9,0	%		
Måler/skøn på varmtvandsbeholders primærside	805,00	MWh		
Talte enheder MWh aflæst på energimålere (gulv eller hele lejl.)	1.691,00	Med korr.		
		Uden korr.		
Talte enheder rad. mål (dimensionsløs) sum				
Gulvvarme uden målere sum m ² (gulvareal)				
Antaget MWh pr år pr m ² gulvvarme		MWh		
Rumvarme efter m ² %	34,80			
Gennemsnitspris pr. MWh	551,00	kr./MWh		
Marginalpris pr. MWh	310,64	kr./MWh		

Figur 6.40

Der er klikket på at bekendtgørelsens 40 % skal være overholdt. Det ses, at bekendtgørelsens 60 % ikke er overholdt.

Prisforholdet, som gerne skulle være 50 % for at være tilnærmet kostægte, er beregnet til 65 %, hvilket er så kostægte som lovgivningen tillader.

Det ses endvidere at 34,8 % af rumvarmeforbruget skal afregnes efter m², hvis varmeregnskabet skal være så kostægte som muligt.

Endelig ses at marginalprisen, hvilket er prisen uden fast afgift, er beregnet til 310,64 kr./MWh.

I nedenstående figur ses beregning af energibalance og fordelingsbeløb.

Beregning af energibalance og fordelingsbeløb			
	MWh	Marg.pris	Kr
Nettoforbrug Varmt vand	435,45	310,64	135.269
Cirkulation og beholdertab	369,55	310,64	114.797
Samlet bygningsvarme E1-E2	1951,00		
Rumvarme MWh efter målere	1691,00	202,54	342.491
Varmetab og fælleslokaler	260,00	310,64	80.766
Gulvvarme uden måler	0,00	202,54	0
Rumvarme efter varmfordelingsmålere	0,00	202,54	0
Rumvarme efter m ²	588,47	310,64	182.802
I alt			856.124
Fast afgift værk			662.432
Regning i alt			1.518.556

Enhedspriser	Enheder	Kr/enhed	I alt
Varmtvandsmåler (m ³)	7987,00	16,94	135.269
Varmetab VVB og cirkulation (m ²)	26472,00	4,34	114.797
Rumvarme (m ²)	26472,00	6,91	182.802
Rumvarme (MWh)	1606,45	213,20	342.491
Rumvarme VFM	0,00	0,00	0
Gulvvarme uden måler	0,00	0,00	0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m ²)	26472,00	3,05	80.766
Fast afgift værk (m ²)	26472,00	25,02	662.432
I alt m ² pris		39,32	1.518.556

Figur 6.41

I figuren ses, at varmt brugsvand inkl. tab, varmetab fra cirkulationsledninger (rumvarme) og fælleslokaler samt rumvarme efter m² skal afregnes til en pris på 310,64 kr./MWh.

Prisen til rumopvarmning efter målere skal afregnes til en pris på 202,51 kr./MWh. Dette er under det halve af prisen på 560 kr./MWh, der afregnes efter nu.

I figuren ses hvilke enhedspriser der tilnærmelsesvis er kosttægte. Disse enhedspriser er listet op nedenfor.

- Pris opvarmning: 0,203 kr./kWh (0,56 kr. nu)
- Pris kvadratmeter: 39,31 kr./m² (10,49 kr. nu)
- Pris varmt vand: 16,94 kr./m³ (39,81 kr. nu)

Prisen pr. m² er beregnet som: (4,33 kr./m² + 6,91 kr./m² + 3,05 kr./m² + 25,02 kr./m²). Priserne er betydeligt anderledes end dem der benyttes nu.

De priser der lige nu benyttes til afregning af opvarmning og varmt vand er således betydeligt højere end det de bør være. Dette betyder, at et lejemål med et stort varme- og varmtvandsforbrug vil få en for høj regning. Et eksempel på dette ses nedenfor.

Data for lejemålet:

- Varmeforbrug: 17,1 MWh
- Areal: 110 m²
- Varmtvandsforbrug: 44 m³

Regningen udgjorde 12.459 kr. hvoraf varmens andel udgjorde 9.554 kr.

I nedenstående figur ses hvorledes regningen burde se ud, hvis den skulle være så kost-ægte som muligt.

stort forbrug	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	110,00	25,02		2.752,63	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	110,00	3,05	0,00	335,61	
Rumvarme VFM	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rumvarme (MWh)	17,10	213,20	0,00	3.645,67	
Varmetab VVB og cirkulation (m2)	110,00	4,34		477,02	
Rumvarme (m2)	110,00	6,91	0,00	759,60	
Varmtvandsmåler (m3)	44,00	16,94		745,19	
Gulvarme uden måler	0,00	0,00	0,00	0,00	
			I alt	8.715,72	

Figur 6.42

Som det ses i figuren, er regningen betydeligt højere end den burde være. Regningen er således ca. 4.000 kr. for høj.

Priserne der benyttes nu, betyder samtidig, at et lejemål med et lavt varme- og varmtvandsforbrug vil få en for lav regning. Et eksempel på dette ses nedenfor.

Data for lejemålet:

- Varmeforbrug: 3,4 MWh
- Areal: 110 m²
- Varmtvandsforbrug: 42 m³

Regningen udgjorde 4.757 kr. hvoraf varmens andel udgjorde 1.931 kr.

I nedenstående figur ses hvorledes regningen burde se ud, hvis den skulle være så kost-ægte som muligt.

Lavt forbrug	Enheder	Pris	Korrektion	Beløb inkl moms	Korrektion
Fast afgift værk (m2)	110,00	25,02		2.752,63	0,0
Varmetab i varmesystem og varme i fællesareal (m2)	110,00	3,05	0,00	335,61	
Rumvarme VFM	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rumvarme (MWh)	3,40	213,20	0,00	724,87	
Varmetab VVB og cirkulation (m2)	110,00	4,34		477,02	
Rumvarme (m2)	110,00	6,91	0,00	759,60	
Varmtvandsmåler (m3)	42,00	16,94		711,32	
Gulvarme uden måler	0,00	0,00	0,00	0,00	
			I alt	5.761,04	

Figur 6.43

Som det ses i figuren, er regningen en del lavere end den burde være. Regningen er således ca. 1.000 kr. for lav.

Varmeregnskabet som det beregnes nu, overholder gældende regler. Med de høje priser på varme og varmt vand vil beboerne være motiveret for at spare.

Men fjernvarmeselskabet fastlægger deres priser på en måde (i dette tilfælde med en ret høj fast afgift), så det forsøger at få betalt de faste omkostninger. Det forekommer plausibelt, at fordelingsregnskabet nogenlunde skal matche forsyningsselskabets fordelingsnøgle. Hvis dette ikke er tilfældet, risikeres at en besparelse i ejendommen blot medfører at prisen pr kWh bare bliver højere.

Hvis de her foreslåede principper for kosttægte varmeregnskaber følges undgåes, at lejermål med store forbrug får voldsomme regninger, og at lejermål med meget små forbrug, der tilføres en betydelig varmemængde fra naboerne, slipper meget billigt.

6.2.4 Hjælpeværktøjer

I beregningsværktøjerne skal der angives hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler samt et cirkulationstab pr. lejlighed. I figur 6.2.15 er det markeret med blå cirkler. Til det formål er der udviklet to beregningsværktøjer, hvor disse tab relativt enkelt kan beregnes.

Princip 1: Ejendom med kun varmfordelingsmålere			
Regning fra varmeværk	100.000	Kr.	Korrektion energi Korrektion m ² Energi + m ²
Heraf faste afgifter	40.000	Kr.	
Totalt varmeforbrug (hovedvarmemåler)	120,00	MWh	
Antal lejligheder	10	stk.	Kontrol 40/60 67 85
Boligareal, sum m ² og m ² korrigeret	822,00	Uden korr. Med korr.	Prisforhold 100
Værelshaneandele (VHA)	110	stk.	
Antal beboere	30	stk.	
Cirkulationstab pr. lejlighed	150	W	
Sum af varmtvandsmålere m ³	0	m ³	
Skønnet opvarmning af varmt brugsvand	35	°K	
% af rumvarme til varmetab og opv. af fælleslokaler	15,00	%	
Måler/skøn på varmtvandsbeholders primærside	25,31	MWh	

Figur 6.44. Angivelse af hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler samt et cirkulationstab pr. lejlighed.

Nedenfor ses hvorledes værktøjet til beregning cirkulationstab pr. lejlighed er opbygget. En detaljeret beskrivelse af værktøjet ses i brugervejledningen til den samlede værktøjs-pakke.

Værktøj til beregning af cirkulationstab i W pr. lejlighed

ΔT middel frem/retur i kælder/loft	35 °K
ΔT middel vand / temperatur i lejligheder	25 °K
Bygningslængde L	30 m
Bygningsbredde B	12 m
Bygningshøjde H	12 m
Antal etager	3 stk.
Antal lejligheder	10 stk.
Antal stigstreng pr. lejlighed	2 stk.
Er stigstregene isolerede (ja/Nej)	Nej
Middel rørdimension kælder	25 mm udv.
Middel rørdimension stigstreng	25 mm
Varmtvandsbeholder	600 l
Længde af rør i kælder/loft	60 m
U-værdi	3,7 W/m
Varmetab kælder/loft	224 W
Længde af stigstreng	80 m
U-værdi uisolerede stigstreng	8,3 W/m
U-værdi isolerede stigstreng	8,3 W/m
Varmetab stigstreng	664 W
Varmtvandsbeholder ECO*2 ΔT 30 K	147 W
Varmetab i alt inkl. 20 % kuldebroer	1.241 W
Varmetab pr. lejlighed	124 W

Figur 6.45. Værktøj til beregning cirkulationstab pr. lejlighed

Der foretages målinger/aflæsninger af en række parametre vedr. rørsystemerne til cirkulation af varme og varmt brugsvand. I figur 6.2.16 er det de gule felter.

Nedenfor ses de data der er indtastet for rørsystemerne:

- Middeltemperaturen på fremløbs- og returledningen i kælder og på loft
Denne værdi skønnes blandt andet ud fra hvorledes fremløbstemperaturkurven er indstillet (sammenhængen mellem udetemperaturen og fremløbstemperaturen)

- Middeltemperaturen på det varme brugsvand og rumtemperaturen
Temperaturen på det varme brugsvand aflæses på varmtvandsbeholderen og rumtemperaturen sættes til 21 °C
- Bygningslængde, -bredde og -højde samt antal etager måles op eller aflæses på tegninger
- Antal stigstrengene pr. lejligheder vurderes visuelt i en eller flere lejligheder. Det sidste gælder hvis lejlighederne har forskellige størrelser
- Det vurderes om stigstrengene er isolerede på tegninger (hvis de findes)
- Middel rørdimensionen i kælderen vurderes visuelt
- Middel rørdimensionen på stigstrengene vurderes visuelt
- Varmtvandsbeholderens størrelse aflæses på mærkepladen

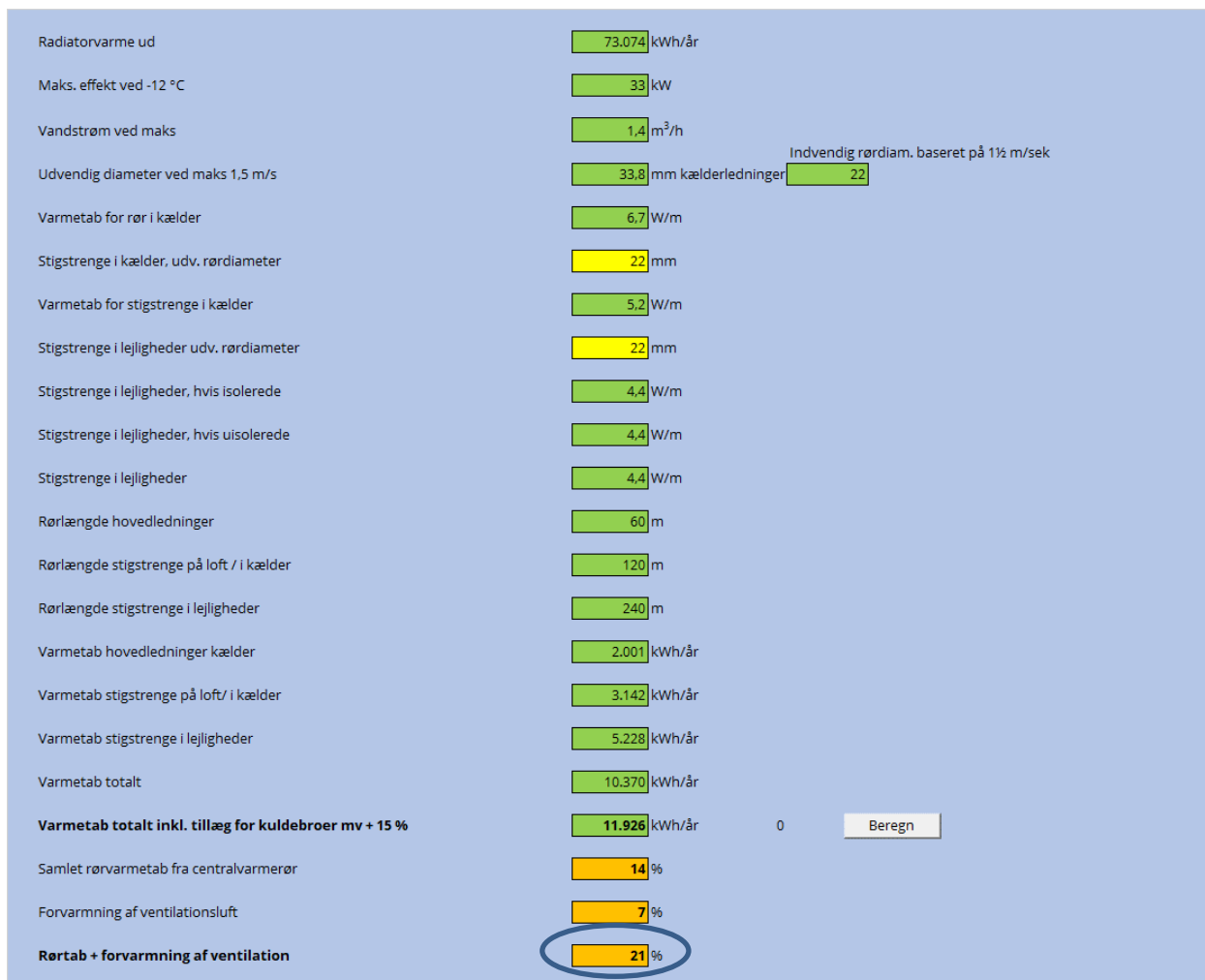
På baggrund af ovenstående inddata beregnes varmetabet pr. lejlighed (orange felt i figur 6.2.16).

Nedenfor ses hvorledes værktøjet til beregning af hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler er opbygget.

Værktøj til beregning af hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler

Er der central balanceret ventilation med forvarmning af ventilationsluft (Ja/Nej)	<input type="text" value="Ja"/>	
Varmeforbrug	<input type="text" value="110.000"/> kWh/år	
Varmt vand målt på primærsiden varmtvandsbeholder	<input type="text" value="25.000"/> kWh/år	
Cirka værdi for rørtab	<input type="text" value="11.926"/> kWh/år	Startværdi
Makstimental	<input type="text" value="2.200"/> h/år	
Dimensionerende afkøling	<input type="text" value="20"/> °C	
Delta T middel frem/retur i kælder/loft	<input type="text" value="45"/> °K	
Delta T middel vand / temperatur i lejligheder	<input type="text" value="40"/> °K	
Bygningslængde L	<input type="text" value="30"/> m	
Bygningsbredde B	<input type="text" value="12"/> m	
Bygningshøjde H	<input type="text" value="12"/> m	
Antal etager	<input type="text" value="3"/> stk.	
Antal lejligheder	<input type="text" value="10"/> stk.	
Antal stigstrengene pr. lejlighed	<input type="text" value="3"/> stk.	
Er stigstrengene isolerede (Ja/Nej)	<input type="text" value="Ja"/>	
Driftstimer varmeanlæg	<input type="text" value="5.000"/> h	
Et-strengsanlæg (Ja/Nej)	<input type="text" value="Nej"/>	

Figur 6.46. Værktøj til beregning af hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler



Figur 6.47. Værktøj til beregning af hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til varmetab og opvarmning af fælleslokaler - fortsat

Der foretages målinger/aflæsninger af en række parametre vedr. rørsystemerne til cirkulation af varme og varmt brugsvand samt ventilationstab. I figur 6.2.18 er det de gule felter.

Nedenfor ses de data der er indtastet for rørsystemerne samt ventilationssystemet:

- Det angives om der er central balanceret ventilation med forvarmning af ventilationsluft. Denne oplysning anvendes til at beregne hvor stor en procentdel af rumvarmeforbruget der går til opvarmning af ventilationsluft. Det er jo i princippet et tab
- Det totale varmeforbrug i bygningen
- Varmeforbruget til opvarmning af varmt brugsvand målt på varmtvandsbeholderens primærside
- Makstimetallet
- Den dimensionerende afkøling

- Middeltemperaturen på fremløbs- og returledningen i kæder og på loft
Denne værdi skønnes blandt andet ud fra hvorledes fremløbstemperaturkurven er indstillet (sammenhængen mellem udetemperaturen og fremløbstemperaturen)
- Middeltemperaturen på det varme brugsvand og rumtemperaturen
- Temperaturen på det varme brugsvand aflæses på varmtvandsbeholderen og rumtemperaturen sættes til 21 °C
- Bygningslængde, -bredde og -højde samt antal etager måles op eller aflæses på tegninger
- Antal stigstrengene pr. lejligheder vurderes visuelt i en eller flere lejligheder. Det sidste gælder hvis lejlighederne har forskellige størrelser
- Det vurderes om stigstrengene er isolerede på tegninger (hvis de findes)
- Antallet timer varmeanlægget er i drift
- Om der er tale om et et-strengs anlæg
- Middel rørdimensionen på stigstrengene i kælderen vurderes visuelt
- Middel rørdimensionen på stigstrengene i lejligheder vurderes visuelt

På baggrund af ovenstående inddata beregnes det samlede varmetab til rørsystemet og forvarmning af ventilationsluft (orange felt i figur 6.2.18).

6.3 Arbejdspakke 3 - Informationsmateriale om varmeregnskaber

6.3.1 Udarbejdelse af et generelt anvendeligt materiale om varmeregnskaber til beboere

Der er udarbejdet et generelt anvendeligt materiale om varmeregnskaber til beboere. Dette i form af en skitse og materiale til en folder, der kan skræddersyes den aktuelle ejendom.

Fokus er på forståelse af beboerens egen varmeregning, energiforbrug og CO₂. Materialet kan tilpasses og anvendes af målgruppen – ejendomsadministratorer, boligselskaber og servicefirmaer.

Folderen ses nedenfor. Den kan endvidere ses og downloades som pdf-fil på hjemmesiden:

www.teknologisk.dk/varmeregnskaber

Kostægte, retvisende
varmeregnskab

Forstår du dit varmeregnskab?

Få værktøjer til et mere præcist,
retvisende varmeregnskab som
giver mening.



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Realdania
Grundejernes Investeringsfond
Teknologisk Institut

November 2020
Udgiver: Realdania, Grundejernes
Investeringsfond, Teknologisk Institut
Forfattere og layout:
Babette Peulicke Slott, energiantropolog,
Mie Falck, konsulent

Fotografier og illustrationer:
Pixabay, Freepik

Læs mere på teknologisk.dk

INDHOLD

Forord	4
Sådan gør du	5
Klassiske udfordringer	6
De 5 typer varmefordelingsregnskab	7
Sådan kan du optimere	10
Værktøjer	13
Forklar varmeregningen, så det kan forstås	14



FORORD

” Vil du have et varmeregnskab, der giver mening, og som er til at forstå?



Afregningen af varmekonsumet for lejligheder i etageejendomme og tæt lavt byggeri kan give anledning til uoverensstemmelser mellem udsteder af regningen og beboerne.

Uoverensstemmelserne skyldes typisk den beregningsmetode, der anvendes i det konkrete varmeregnskab, måden der korrigeres, beboernes oplevelse af om regnskabet er retfærdigt og om beboerne har mulighed for at forstå, hvordan der afregnes i forhold til deres forbrugsvaner.

Det er afgørende at hvert lejemål får en regning, der stemmer overens med beboernes faktiske forbrug.

Erfaringerne viser, at der er behov for præcise og retvisende varmeregnskaber, som beboerne forstår. I denne folder får du indblik i, hvordan netop dit varmeregnskab kan optimeres i tre trin.

Sådan gør du:

1



Identificer dit nuværende varmeregnskab

Der er overordnet fem forskellige måder at lave varmeregnskab på. Find ud af, hvilken måde der anvendes i din ejendom.

2



Implementer optimeringer der matcher

Alt efter hvilken måde, der laves varmeregnskab på, er der forskellige muligheder for at optimere. Find de løsninger, der matcher.

3



Kommunikér det nye regnskab til alle beboere

Med eksempler og grafik kan du forklare beboerne hvordan det nye varmeregnskab hænger sammen i netop jeres ejendom.

KLASSISKE UDFORDRINGER

Det kan være udfordrende at lave et retfærdigt varmeregnskab. Kender du disse klassiske udfordringer fra din egen ejendom?

Udfordring #1

Varmeværkerne opkræver en fast afgift. Ofte er denne afgift ikke en separat post i regnskabet. Det betyder, at afgiften ikke bliver fordelt ligeligt.

Det er problematisk at afgiften ikke fordeles ligeligt, da omkostningerne til drift, vedligehold og afskrivning jo er de samme for fjernvarmeverket, uanset hvor meget den enkelte beboer bruger. Afgiften bør derfor fordeles ligeligt på alle beboere.

Udfordring #2

Når det varme brugsvand cirkuleres rundt i rørene i ejendommen, er der et varmetab. Det gælder også vandet, der cirkuleres i radiator- og gulvvarmerørene. Udfordringen er at få fordelt, hvem der betaler for dette tab.

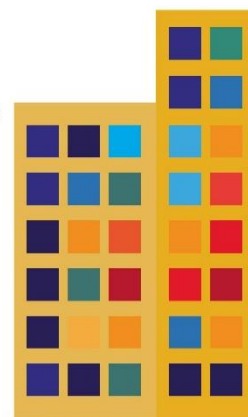
Varmetab bør derfor betales efter en fast tarif - for eksempel efter kvadratmeter. Når der betales efter måler, er det dem med størst forbrug, der betaler mest. Det er uforholdsmæssig meget, eftersom det varme vand cirkuleres rundt til alle beboere uanset, hvor meget den enkelte bruger.

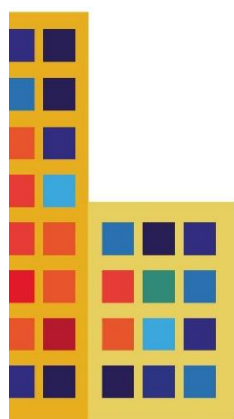
Udfordring #3

Det kræver ikke samme mængde energi at opvarme alle lejligheder i en ejendom. Lejligheder inde i midten bliver opvarmet af de omkringliggende lejligheder, mens de yderste lejligheder er mere udsatte.

Netop fordi de yderste lejligheder er mere udsatte, får de normalt en rabat i varmeregnskabet. Den er baseret på et forudberegnet energiforbrug for lejligheden. Dette kaldes korrektion for udsat beliggenhed. Udfordringen er, at energiprisen derfor bliver høj i de midterste lejligheder, hvor der ingen rabat er. I praksis betyder det, at hvis temperaturen i en lejlighed hæves med én grad, er den procentvise stigning i varmemeforbruget meget forskellig, hvilket har betydning for varmeregningen:

- Fritliggende hus: 6-7% stigning i varmemeforbrug pr. grad
- Lejligheder med udsat beliggenhed: 10-15% stigning i varmemeforbrug pr. grad
- Midterlejligheder: Op til 30% stigning i varmemeforbrug pr. grad





DE 5 TYPER VARMEFORDELINGS- REGNSKAB

Overordnet er der fem måder at lave varmfordelingsregnskab på. Det afgøres primært af hvilke målere, der er tilgængelige i bygningen. På de følgende sider kan du se forskellen på de fem principper. Find den metode, der anvendes i din ejendom.

Princip 1: Hoved- og varmfordelingsmålere

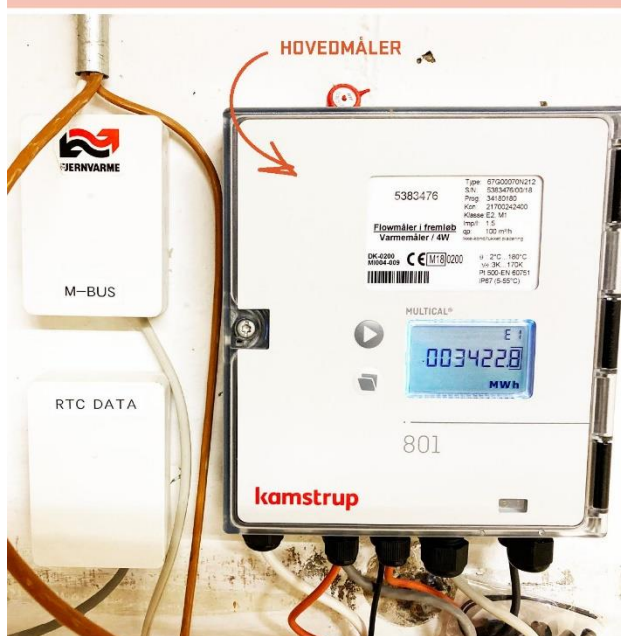
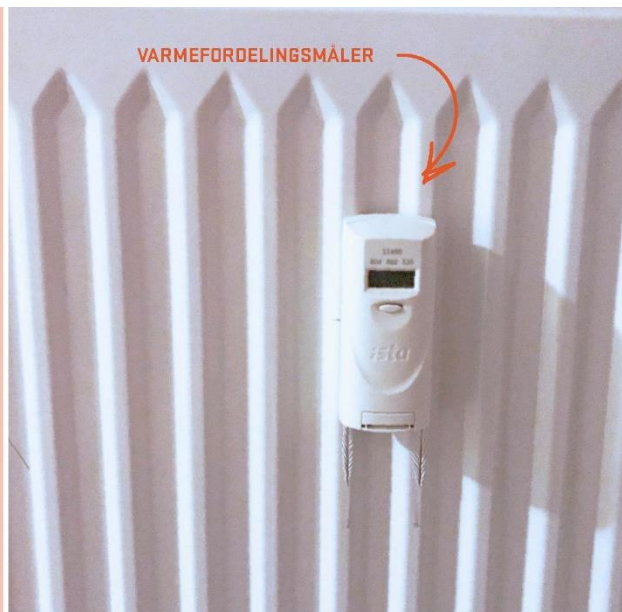
Ved princip 1 foretages der en måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren.

Udover hovedmåleren er alle radiatorer forsynet med varmfordelingsmålere. Måleren beregner et fordelingsstal for varmeafgivelsen for hver radiator. Endelig kan eventuelle gulvvarmeanlæg også være forsynet med målere.

De tre typer af varmetab;

- varmetab fra rørsystemet i centralvarmeanlægget
- varmetab fra cirkulationsledningen til det varme brugsvand
- varmetab fra varmtvandsbeholderen

er ved anvendelse af princip 1 ikke målte, men beregnede værdier.



Princip 2: Energimåler på varmtvandsbeholderen

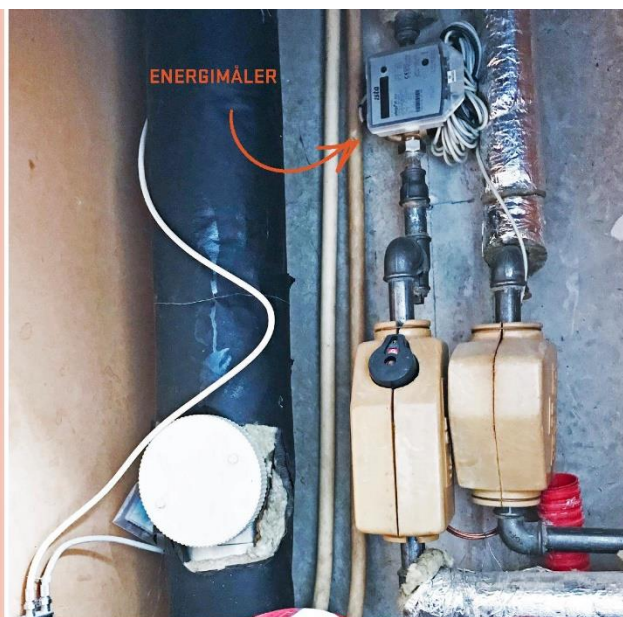
Princip 2 har samme udgangspunkt som princip 1: Måling af ejendommens samlede varmeforbrug på hovedmåleren, alle radiatorer er forsynet med varmfordelingsmålere og eventuelle gulvvarmeanlæg kan være forsynet med målere.

Det der adskiller sig er, at der ved princip 2 er monteret en energimåler på varmtvandsbeholderens primærside. Det vil sige, at det vides præcist, hvor stor en del af det samlede varmeforbrug, der går til opvarmning af varmt brugsvand inkl. varmetab fra cirkulationsledningen og varmtvandsbeholderen.

Varmetab fra rørsystemet i centralvarmeanlægget er en beregnet værdi.

Princip 3: Måling af varmt brugsvand i lejligheder

Princip 3 svarer stort set til princip 2. Forskellen er, at alle lejligheder er forsynet med målere til måling af det varme brugsvand. Dette giver mulighed for at beregne hvor stor en del af forbruget til varmt brugsvand, der går til varmetab i rørinstallationen og beholderen.



Princip 4: Måling af varme- forbrug til rumopvarmning

Princip 4 svarer stort set til princip 3. Forskellen er, at alle lejligheder også er forsynet med målere, der måler varme- forbruget til rumopvarmning. Der er altså en nøjagtig måler for hele lejligheden, der direkte kan sammenlignes med fjern- varmemåleren for hele ejendommen. Dette giver mulighed for at beregne hvor stor en del af forbruget til rumopvarmning, der går til varmetab i rørinstallationen.

Princip 5: Varmefordelings- måler, varmemålere og vedvarende energi

Princip 5 er en kombination af de fire andre principper. Her er der kombinationer af radiatorer med varmfordelingsmålere, varmemålere, eventuelt gulvvarme med måler samt vedvarende energi.

SÅDAN KAN DU OPTIMERE

Der er mange måder, du kan få et mere præcist og retfærdigt varmeregnskab. Her er 12 muligheder. Vælg dem, der passer til netop din bygning.

Som udgangspunkt giver et bredt udvalg af målere de bedste forudsætninger for at lave et præcist og retfærdigt varmeregnskab. I praksis er det dog meget forskelligt, hvor mange målere den enkelte bygning har til rådighed. At etablere flere målere er en mulighed, men kan være teknisk meget vanskeligt og omkostningstungt.

Derfor kan du på disse sider finde muligheder for at optimere bygninger med forskellige målere til rådighed. Hver mulighed står beskrevet med en enkelt sætning og en mere udybende, teknisk forklaring.



#1 Opdel beløbet i en forbrugsafhængig og en fast andel

Grundlaget for varmeregnskabet er en fjernvarmeregning eller en brændselsregning. Når varmeregnskabet udarbejdes skal beløbet deles i en forbrugsafhængig andel og en fast andel.

#2 Indregn betaling for vandmængde og dårlig afkøling

Nogle fjernvarmeværker har en afgift for dårlig afkøling eller ligefrem en tarif for kubikmeter vand. I den forbrugsafhængige del indregnes en eventuel betaling for vandmængde eller en afgift for dårlig afkøling. På den måde kan der beregnes en pris pr. energienhed (kWh, MWh, GJ).

#3 Fordel den faste andel efter kvadratmeter

Den faste andel fordeles efter faste fordelingstal (normalt m^2).

#4 Medregn forbrug fra gulvvarme, selvom der ikke er en måler

Varmeregningen baseres normalt på en antagelse om at forbruget er $200 \text{ kWh}/m^2$ pr. år, hvis der er varme på om sommeren, ellers $150 \text{ kWh}/m^2/\text{år}$ hvis der ikke er. I virkeligheden kan gulvene afgive meget mere varme, helt op til $600-800 \text{ kWh}/m^2$ pr. år. Derfor bør gulvvarmeanlæg større end $6 \text{ m}^2/\text{lejlighed}$ forsynes med en energimåler. Derudover skal der også korrigeres for udsat beliggenhed - se #7.

#5 Rumvarme i fritliggende huse:

Energiprisen i fordelingsregnskabet skal svare til energiforsynings forbrugsafhængige pris

I fritliggende huse bør fordelingsnøglen fastlægges, så energiprisen i fordelingsregnskabet svarer til energiforsynings forbrugsafhængige pris.

- For anlæg med energimålere sættes prisen til fjernvarmeværkets variable pris.
- For anlæg med varmfordelingsmålere sættes enhedsprisen baseret på en varmebalance. Denne er baseret på et skøn over varmetabet fra centralvarmerørene, så dette afregnes efter kvadratmeter og radiatorvarmen afregnes efter varmfordelingsmålerne.



#6 Rumvarme i lejligheder i etageejendomme og i rækkehuse med en isoleret brandmur mellem boligerne: Tilstræb at energiprisen i fordelingsregnskabet svarer til det halve af energiforsynings forbrugsafhængige pris.

I lejligheder i etageejendomme og i rækkehuse med en uisoleret brandmur mellem boligerne er det mest præcise, at prisen for energi i lejlighederne er den halve af forsyningens forbrugsafhængige pris. Den gældende lovgivning gør dog, at det ikke kan opnås helt i alle tilfælde.

I stedet kan man udforme fordelingsnøglen, så man udnytter bekendtgørelsens (563) 40% - eller vejledningens (11032) 60% - regel.

- For anlæg med energimålere betyder det, at energiprisen i fordelingsregnskabet skal være 60% af forsyningens forbrugsafhængige pris.
- For anlæg med varmfordelingsmålere og med måler på varmtvandsbeholderens primærside anvendes ligeledes 60%-reglen. Hvis denne måler ikke er monteret kan 40%-reglen anvendes.

#7 Korriger for udsat beliggenhed

I andelsboliger og ejerboliger bør det overvejes at undlade korrektion for udsat beliggenhed og i stedet lade et teoretisk merforbrug indgå i lejlighedernes salgspris.

I udlejningsbyggeri skal der normalt korrigeres for udsat beliggenhed. Generelt anbefales at basere korrektionen på en varmetabsberegning for hver lejlighed. Hvis der korrigeres pr. radiator, bør der foretages en varmetabsberegning pr. rum. Teknologisk Institut anbefaler normalt, at korrektionen foretages pr. lejlighed.

- Ved anlæg med energimålere pr. lejlighed må korrektionen beregnes pr. lejlighed.
- Ved anlæg hvor flere målertyper anvendes, anbefales det at anvende korrektion pr. lejlighed for begge målertyper. Det kan fx være hvis der monteres energimålere på et gulvvarmeanlæg.

Lovgivningen giver mulighed for at korrigere i kvadratmeter eller i energimålerens eller varmfordelingsmålerens tælling (måling) pr. år. En kombination af de to er også lovlig. Hvis korrektionerne er meget store - større end ca. 40%, anbefales korrektion i tælling eller eventuelt kombineret korrektion i tælling og kvadratmeter.

#8 Medregn varmetab fra centralvarmerør og varmeforbrug til et eventuelt ventilationsanlæg

- I anlæg med energimålere pr. lejlighed kan varmetabet beregnes baseret på målingen.
- I anlæg med varmfordelingsmålere må varmetabet skønnes eller beregnes. Dette kan gøres med værktøjet `Varmetab_cirk+vent.xlsm`.

DEN TEKNISKE

Her bliver det mere teknisk. Nedenfor kan du se, hvordan du udregner forbruget til opvarmning af brugsvand, så det passer med din bygnings anlægsprincip. Se beregningsværktøjerne på næste side. For hvert anlægsprincip er der både en version baseret på kvadratmeter og en version baseret på værelshaneandele.

#9 Princip 1: Ingen målinger i forbindelse med brugsvand

Forbrug til opvarmning af brugsvand beregnes på følgende måde: 800 kWh pr. beboer pr. år + cirkulationstab pr. lejlighed pr. år. Dette kan skønnes ved hjælp af værktøjet `Varmetab_cirk+vent.xlsm`. Ovenstående beregning er også indeholdt i værktøjerne `Princip_1_m2.xlsm` og `Princip_1_VHA.xlsm`. Betalingen for energiforbruget til varmt brugsvand beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris.

#10 Princip 1: Med koldt vandsmåler på varmtvandsbeholderens koldt vandstilgang

Forbrug til opvarmning af brugsvand beregnes på følgende måde: En vandmængde i kubikmeter samt en opvarmning af vandet ΔT + cirkulationstab pr. lejlighed pr. år. Cirkulationstabet kan skønnes ved hjælp af værktøjet `Varmetab_cirk+vent.xlsm`. Ovenstående beregning er også indeholdt i værktøjerne `Princip_1_m2.xlsm` og `Princip_1_VHA.xlsm`. Betalingen for energiforbruget til varmt brugsvand beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris.

#11 Princip 2: Måler på varmtvandsbeholderens primærside

Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris. Beregningen kan laves i `Princip_2_m2.xlsm` og `Princip_2_VHA.xlsm`.

#12 Princip 3: Måler på varmtvandsbeholderens primærside samt varmt vandsmålere i hver lejlighed

Energiforbruget til opvarmning af varmt brugsvand i hver lejlighed beregnes på baggrund af en vandmængde i kubikmeter samt en opvarmning af vandet (ΔT). Betalingen beregnes efter forsyningens forbrugsafhængige pris.

Forskellen mellem energimåleren og summen af energiforbrugene i lejlighederne er cirkulationstabet. Cirkulationstabet betales efter kvadratmeter eller værelshaneandele - brug `Princip_3_m2.xlsm` eller `Princip_3_VHA.xlsm`.

Ovenstående gælder også for princip 4 og 5.



Værktøjer

Herunder finder du listen over værktøjer, som kan bruges til de forskellige beregninger.

Beregningsværktøjer til varmeregnskaber baseret på kvadratmeter

- Princip_1_m2.xlsm
- Princip_2_m2.xlsm
- Princip_3_m2.xlsm
- Princip_4_m2.xlsm
- Princip_5_m2.xlsm

Beregningsværktøjer til varmeregnskaber baseret på værelsehaneandele (VHA)

- Princip_1_VHA.xlsm
- Princip_2_VHA.xlsm
- Princip_3_VHA.xlsm
- Princip_4_VHA.xlsm
- Princip_5_VHA.xlsm

Beregningsværktøj til beregning af varmetab fra cirkulationsledninger og ventilationstab

- Varmetab_cirk+vent.xlsm

Du kan finde værktøjerne og hovedrapporten på teknologisk.dk/varmeregnskaber



FORKLAR VARMEREGNINGEN, SÅ D

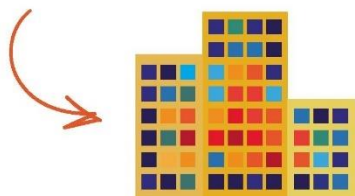
En succesfuld implementering af det nye varmeregnskab kræver, at beboerne inddrages. Giv derfor beboerne indblik i hvordan netop jeres varmeregnskab bliver udarbejdet og hvorfor. På den måde bliver det klart, at varmeregnskabet er præcist, retvisende og giver mening.

Kommunikation

At udarbejde varmeregnskabet på en ny måde kan resultere i ganske omfattende ændringer. Det er derfor vigtigt, at kommunikere tydeligt med beboere om formålet og resultaterne af en sådan proces.

Der er flere øjeblikke, hvor god kommunikation kan gøre en stor forskel. Det gælder eksempelvis, når der skal skabes opbakning omkring de nye tiltag. Det er særligt vigtigt, da et nyt varmeregnskab i sagens natur vil være ufordelagtigt for en del beboere. Det er derfor vigtigt at få formidlet, hvordan det nye varmeregnskab er mere retvisende og derfor en mere præcis afspejling af det faktiske forbrug.

Med eksempler og grafik kan du forklare beboerne, hvordan det nye varmeregnskab hænger sammen i netop jeres ejendom. Tag gerne udgangspunkt i de klassiske udfordringer, som fremgår tidligere i denne folder.



14

Sådan kan du gribe det an:

1. Lav informationsmateriale

Det er afgørende for en succesfuld implementering, at der kommunikeres tydeligt til beboerne om de nye tiltag. Dette gælder både inden ændringerne godkendes, for at kunne skabe opbakning, men i lige så høj grad efter ændringerne er implementeret for at sikre forståelse og gennemsigtighed.

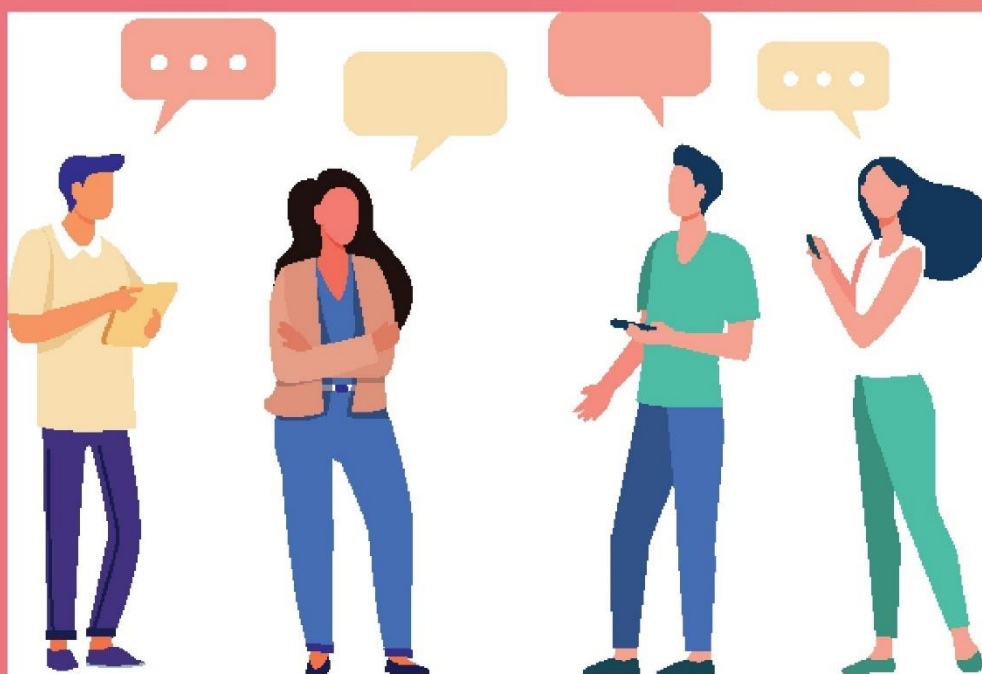
2. Brug eksempler

Brug konkrete eksempler fra både det tidligere og det nye varmeregnskab for at vise forskellene. På den måde kan du tydeliggøre fordelene ved det nye regnskab.

3. Forventningsafstem

Nogle beboere vil opleve at et nyt, præcist varmeregnskab ikke er fordelagtigt for dem. Sørg for at forberede disse beboere på hvordan ændringerne vil påvirke dem og understreg, at det nye varmeregnskab er mere retvisende end det tidligere og derfor rent faktisk afspejler deres forbrug.

DET KAN FORSTÅS



www.teknologisk.dk/varmeregnskaber

6.4 Arbejdspakke 4 - Formidling af resultaterne

6.4.1 Tilpasning af materialet fra arbejdspakke 2 og 3 så det kan tilgås via GI's, Realdania's og TI's hjemmesider

Materialet fra arbejdspakke 2 og 3 er tilpasset og kan tilgås via GI's, Realdania's og TI's hjemmesider. I figur 6.47 ses TI's hjemmeside (www.teknologisk.dk/varmeregnskaber).

The screenshot shows the homepage for 'Kostægte, retvisende varmeregnskaber til den grønne omstilling' on the website www.teknologisk.dk. The page features a navigation bar with a search field and menu items: Ydelser, Projekter, Laboratorier, Kurser, Job, Om os, and In English. The main content area includes a large image of a radiator control knob, a contact information box for Claus Martin Hvenegaard (Senior Specialist, Teknikumingeniør, Energieffektivisering og Ventilation), and a contact form with fields for Name, E-mail, and Telephone number, and a 'Send' button. The text on the page discusses the importance of accurate energy calculations for green renovation projects and mentions a target group of property administrators, real estate companies, and service firms.

Figur 6.48. TI's hjemmeside (www.teknologisk.dk/varmeregnskaber)

Den 10. december afholdt Teknologisk Institut temamødet "Kostægte, retfærdige varmeregninger til den grønne omstilling" – målgruppen var GI og Realdania, boligadministratorer og servicefirmaer samt andre med interesse for emnet.

Temamødet skulle have været afholdt på Teknologisk Institut, men på grund af Covid-19 blev det besluttet, at konvertere arrangementet til et rent online-arrangement.

Der var 29 deltagere på temamødet, herunder alle deltagerne i følgegruppen.

7 Referencer

Andre hjælpeværktøjer – links – kilder

Lovgivning

Dansk

- /1/ BEK nr. 563 af 02/06/2014 (Gældende). Bekendtgørelse om individuel måling af el, gas, vand, varme og køling¹⁾
- /2/ BEK nr. 546 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om varmfordelingsmålere, der anvendes som grundlag forfordeling af varmeudgifter¹⁾
- /3/ BEK nr. 545 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om krav til målerinstallatører, som monterer, skalerer og servicerer varmfordelingsmålere
- /4/ VEJ nr. 11032 af 18/11/2015 (Gældende). Vejledning til bekendtgørelse om individuel måling af el, gas, vand, varme og køling
- /5/ BEK nr. 582 af 28/05/2018 (Gældende). Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme

EU

- /6/ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2012/27/EU af 25. oktober 2012 om energieffektivitet, om ændring af direktiv 2009/125/EF og 2010/30/EU samt om ophævelse af direktiv 2004/8/EF og 2006/32/EF (Artikel 9, 10 og 11)
- /7/ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2002 af 11. december 2018 om ændring af direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet
- /8/ KOMMISSIONENS HENSTILLING (EU) 2019/1660 af 25. september 2019 om gennemførelse af de nye bestemmelser om måling og fakturering i forbindelse med energieffektivitetsdirektiv 2012/27/EU (bilag VIIa)
- /9/ Analysis of Member States' rules for allocating heating, cooling and hot water costs in multi-apartment/purpose buildings supplied from collective systems. Implementation of EED Article 9(3)

Rapporter, kataloger, vejledninger, pjecer og standarder

- /10/ M. Laicāns, I. Puķīte, I. Geipele, N. Zeltins and A. Greķis. HEAT COST ALLOCATION IN MULTI-APARTMENT BUILDINGS: A LITERATURE REVIEW. LATVIAN JOURNAL OF PHYSICS AND TECHNICAL SCIENCES 2018, N 5
- /11/ DS/EN 834:2013. Varmefordelingsmålere til bestemmelse af radiatorers forbrug - Målere med elektrisk energitilførsel
- /12/ Simon Siggelsten | (2018) Heat cost allocation in energy efficient multiapartment buildings, Cogent Engineering, 5:1, 1438728
- /13/ Otto Paulsen: Indlæg på Teknologisk Instituts temadag om varmemåling. November 2014 og senere
- /14/ Søvsø, Asger: Occupant Behaviour on Energy Consumption I Passive House Apartments. Master Thesis 2015, DTU, Dept. Civil Engineering
- /15/ Computer program IDA- ICE. <https://www.equa.se/en/ida-ice>
- /16/ Computer program: IESVE <https://www.iesve.com/software/virtual-environment>
- /17/ Dorte Skaarup Østergaard, Otto Paulsen, Ida Bach Sørensen, Svend Svendsen: Test and evaluation of a method to identify heating system malfunctions by using information from electronic heat cost allocators. Energy and Building.
- /18/ Clemens Felsmann, Juliane Schmidt: Auswirkungen der verbrauchsabhängigen Abrechnung in Abhängigkeit von der energetischen Gebäudequalität. Abschlussbericht. Dresden, Januar 2013.
- /19/ SimonSiggelsten: Reallocation of heating costs due to heat transfer between adjacent apartments. Energy and Building. Volume 75, June 2014, Pages 256-263
- /20/ Pawel Michnikowski: Allocation of heating costs with consideration to energy transfer from adjacent apartments. Energy and Buildings. 2017.
- /21/ Bertil Lundström: Komfortvärme. LKF. 22. April 2015.
- /22/ Mette Berg Olesen: Domea.dk er de første til at afprøve dynamisk varmeregnskab. 15-02-2017
<https://www.domea.dk/nyheder-og-presse/nyheder/2017/2/domea-dk-er-de-foerste-til-at-afproeve-dynamisk-varmeregnskab/>
- /23/ Anton Ahnfeldt-Rønne. Dynamiske varmeregnskaber. Domea. 14. maj 2019.
- /24/ Lars Gunnarsen og Ole Michael Jensen. Betalingsgrænser for temperatur, luftfugtighed og CO2 koncentration ved Dynamisk Varmeregnskab. Statens Byggeforsknings Institut. 1. november 2019.

- /25/ Collet, P.F.: Lidt om vækst af skimmel og meget om årsagen dertil. Indlæg på temadag om varmemåling og varmeregnskaber på teknologisk Institut 16. november 2010.
- /26/ Måleteknisk meddelelse 237, 2007, findes på danak.dk. Bestemmelse af T_{min} og $T_{m,A}$.
- /27/ BEK nr 1506 af 23/10/2020. Bekendtgørelse om energivirkosomheder og bygnings-ejeres oplysningsforpligtelser over for slutkunder og slutbrugere om energiforbrug og fakturering m.v.
- /28/ Erika Zvingilaite og Mikael Togeby: Impact of Feedback about energy consumption. Ea Energianalyse 2015. Findes på <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering>
- /29/ Impact of Feedback about energy consumption. Ea Energianalyse 2015. Findes på <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering> (Måling og fakturering af forbrug)
- /30/ Omkostninger ved at give hyppige faktureringsoplysninger. Ea Energianalyse 2015. Findes på <https://ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering> (Måling og fakturering af forbrug)

Håndbøger

- /30/ Den lille blå om Varme, 1. udgave, Dansk Energi, 2008, Claus M. Hvenegaard (Teknologisk Institut), Otto Paulsen (Teknologisk Institut), Hans Andersen (Teknologisk Institut) og Jørn Borup Jensen (Dansk Energi). ISBN 978-87-91326-00-4

Hjemmesider

Grundejernes Investeringsfond
www.gi.dk

Realdania
www.realdania.dk

Teknologisk Institut
www.teknologisk.dk