

# ENSARTET METODE TIL BENCHMARK AF VARMEFORBRUG I KONTOR- OG ETAGEBOLIG EJENDOMME

## Forord

Man kan kun skabe ledelsesfokus og fastholde interessen for bygningers varmeforbrug, hvis teknikkerne kan præsentere forbruget på en enkel og overskuelig måde og vise værdien af opfølgning.

En model til dette, der har vist sit værd, er at benchmarke bygningers varmeforbrug angivet i kWh/m<sup>2</sup> inddelt efter fx et trafiklys farver. Dette er et vigtigt grundlag for dialog blandt ejere og lejere og en sund konkurrence ejendommene i mellem. Man kan spare meget på varmen ved at anvende intelligent energistyring og have fokus på energirigtig drift. Ud fra målerdata fra forsyningselskaber med daglig udveksling af timeværdier, samt daglige graddage og opvarmede arealer kan man tilføje en unik informationsviden om en ejendoms forbrugsmønster og egenskaber til sin ejendomsportefølje.

Formålet med den intelligente energistyring og fokus på varmeforbruget er også at kortlægge indsatsområderne, så kommende energirenoveringer bliver målrettede og effektive. Først intelligent energistyring - så intelligent energirenovering. Er forbruget ikke kendt og sat i forhold til noget, er det svært at handle fornuftigt på det. Det er nødvendigt at skabe et ensartet og validt datagrundlag, da dataforudsætningerne skal være ens for at kunne benchmarke.

Der er store optimeringsmuligheder alene ved energistyring på varmesystemet, men der er bestemt tilsvarende muligheder med hyppige data på fra el- og vandselskaberne. Der kan bla findes uudnyttede elforbrug om natten og el-slugende ventilatorer, som kan optimeres. Løbende toiletter og utætheder ved skjulte rør er lige så vigtige at følge. Alt sammen som kan overvåges og visualiseres med de rette energistyringssystemer. Her kan månedsrapporter og alarmer vises på en let og forståelig måde. Samtidig kan det ske på tværs af segmenter, så fx skoler kan benchmarke mod hinanden på samme måder som plejehjem, boligejendomme og universiteter.

København Ejendomme, HOFOR og Bygningsstyrelsen har i en årrække anvendt en ensartet metode til opgørelse af kWh/m<sup>2</sup>. Der er på baggrund af disse erfaringer udarbejdet denne guideline, der beskriver metoderne, som vi anvender.

Vi håber, at den på sigt, i dialog med branchen, kan blive en standard for hele landet.



## 1. Indledning.

Flere års analyser af større ejendommers varmemeforbrug viser, at det har meget stor betydning, hvordan varmeanlægget er opbygget og at optimeringer hele tiden finder sted. I flere tilfælde ser man bedre isolerede boligejendomme bruge mere varme end knap så isolerede ejendomme. En helt ny ejendom kan faktisk have et større varmemeforbrug (enhedsforbrug) end en ældre ejendom af samme størrelse.

I nogle tilfælde har små indreguleringer, opfølgning på varmeanlægget og lidt isolering af varmerør betydet op mod 25% besparelser på varmemeforbruget. Fyldestgørende fokus på varmemeforbrug med gode råd til at følge op på bygningens varmestyring og småændringer i varmeanlægget vil derfor være nogle af de mest effektive måder til at nedbringe ejendommens varmemeforbrug.

Flere steder bruger helt ens bygninger vidt forskellige varmemængder. Der danner sig efterhånden et tydeligt billede af, at ejendommens energistyring og fokus på hyppige og ikke mindst valide varmedata sammenholdt mod opstillede udetemperatur-korrigerede budgetter, giver mulighed for at spare meget på varmemeforbruget. Samtidig kan der med et sikkert datagrundlag foretages optimal planlægning af eventuelle fremtidige investeringer i ejendommens klimaskærm eller varmeanlæg. Det skal fremhæves, at det, både af hensyn til analyse af de mange data og mange komplekse anlægstyper, er et vigtigt element at have fokus på opfølgning og uddannelse af driftspersonale for at udnytte de mange muligheder.

En "vejledning", som beskrives i det følgende, er et bud på en ensartet måde at opgøre varmemeforbrug og benchmarke ejendomme på. En af de store udfordringer for at kunne sammenligne varmemeforbrug i ejendomme er at kunne angive et NORMALÅR. Det giver ikke mening at sammenligne en ejendoms forbrug i år 2014, hvor det var meget mildt, med år 2010, hvor det var ca. 40% koldere. Man skal derfor have ensartede måder at justere de faktiske forbrug ind efter, så det kan gøres sammenligneligt og effekten af indsatsen kan gøres målbart.

Samtidig vises et eksempel på et TRAFIKLYS som kommunikationsmiddel for en ejendom til at vise, hvordan man kan arbejde med varmemeforbruget i kontor- og boligejendomme.

Det varmemeforbrug der oplyses er baseret på sidste kalenderårs forbrug, men er korrigeret til et normalårsforbrug. Hvis der er foretaget ændringer i ejendomme eller der ønskes en fastlagt reduktion kan næste års budget naturligvis tilpasses dette.

Det unikke datagrundlag, vi beskriver her, er grundlaget for at lave intelligent energistyring og få skabt høj fokus på den mest optimale udnyttelse af varmemeforbruget. De store datamængder vil også kunne anvendes mere strategiske til udvikling af nye værktøjer som fx fleksibel forsyning.

*Timedata data kan bl.a. anvendes til:*

*Opfølgning mellem det beregnede og det faktiske forbrug.*

*Opfølgning på månedlige budgetter og acantobetaling.*

*Opfølgning på energitiltag og effekten heraf.*

*Opfølgning ved alarm ved fravigelser.*

## 2. Kategorisering af enhedsforbruget – kWh/m<sup>2</sup>

Vejledningen er et arbejdsredskab, der skal hjælpe med at synliggøre bygningers varmekonsum. I denne sammenhæng arbejdes der med kontorejendomme og etageboligejendomme.

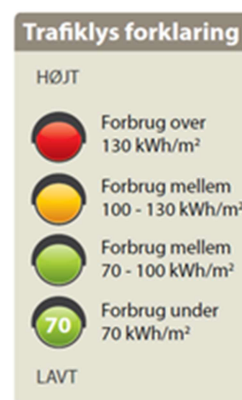
Den blev udviklet for at vise, at ejendomme, der har fokus på styring af deres varmeanlæg, blandt andet ved hjælp af fjernaflæsning, kan sænke sit varmekonsum markant.

Trafiklyset fungerer som en mærkeordning, der udarbejdes en gang om året. Bygningerne får et farvestempel, alt efter hvilken kategori de befinder sig i.

Hvis en bygning har et varmekonsum på;

- over 130 kWh/m<sup>2</sup> får den et rødt mærke,
- mellem 100 og 130 kWh/m<sup>2</sup> er det middelhøjt og får farven gul.
- fra 70 til 100 kWh/m<sup>2</sup>, får den et grønt mærke.
- Under 70 kWh/m<sup>2</sup>, får den et grønt mærke INCL hvidt plus.

At trafiklyset opgøres en gang om året er ikke ensbetydende med at man ikke løbende kan følge udviklingen. Dag for dag, måned for måned kan udviklingen følges alt efter muligheder og interesse.



Kategoriseringen af enhedsforbruget er baseret på det varmekonsum, der opgøres som den mængde varme bygningen forsynes med til både rum-opvarmning samt opvarmning af brugsvand. Der tages højde for om bygningen tilføres varmeenergi fra andre former for energikilder.

## 3. Registrering af forsyningsområdet

Det opvarmede areal, er det område, hvor der leveres rum-opvarmning og varmt vand til via ét fjernvarmestik. I nogle tilfælde kan større bygninger have flere fjernvarmestik, og andre gange kan området brede sig over flere ejendomme.

## 4. Det opvarmede etage areal + opvarmet kælder areal

De opvarmede m<sup>2</sup> findes ved hjælp af plantegninger. I de tilfælde hvor disse ikke findes, anvendes BBR oplysninger, hvor det angives som samlet areal af erhvervsareal og boligareal. Det kan så efterfølgende tjekkes op om der er tale om de reelle opvarmede arealer. Specielt vil parkeringsarealer, som er uopvarmede tælle med som erhvervsareal og dermed give et noget misvisende billede af enhedsforbruger. Det kan også holdes op imod de opvarmede arealer i EMO-rapporterne.

Hvis der er en opvarmet eller delvist opvarmet kælder skal det indgå i arealberegningen, der anvendes ved kWh/m<sup>2</sup> beregningen, for den pågældende ejendom.

## 5. Graddage

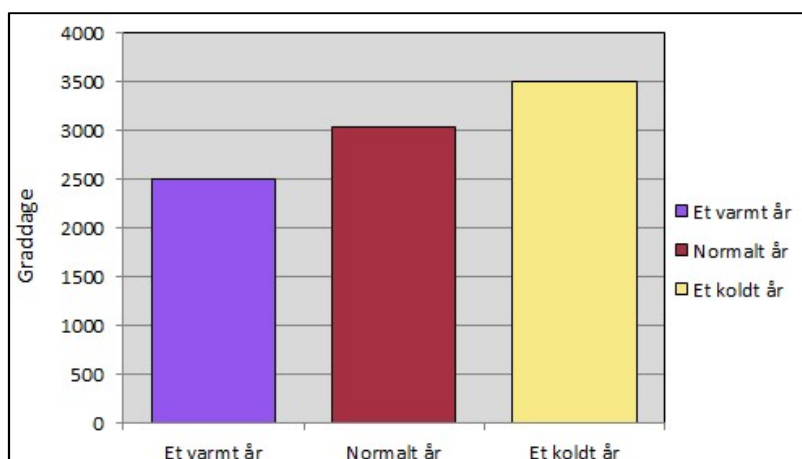
Graddage er en betegnelse for hvor koldt det har været i en periode, f. eks. over et år eller en måned. En graddag er et udtryk for en forskel på 1 grad mellem indendørstemperaturen og den udendørs

døgnmiddeltemperatur i et givent døgn. Indendørstemperaturen er i beregningen defineret som 17°C (varme op til 20-21°C opnås fra elektriske apparater som køleskab, tv, radio, ovn, personer mm). Er den gennemsnitlige udendørstemperatur i et givent døgn 2°C, så har man 15 graddage for den pågældende dag.

Der findes en lang række forskellige graddageopgørelser, men der anvendes i forbindelse med opgørelse af enhedsforbruget graddage fra Teknologisk Institut (skyggegraddage og med talte graddage udenfor fyringssæsonen). Normalåret er i denne sammenhæng fastsat ud fra en periode fra 1980 til 1992, mens der afventer en mere standardiseret periode. I denne periode er der opgjort 3037 graddage for et normalår.

Der er sket klimaændringer i de sidste årtier, som bla betyder der er faldende graddage. Det vurderes mere hensigtsmæssigt at sikre opdatering af graddagene efter en nyere periode. Pt arbejdes der efter graddage for en periode 2006-2015 som landsgennemsnit, men der bør af hensyn til daglig, smart energistyring anvendes lokale graddage på minimum regionalt niveau, så de faktiske temperaturforhold får så stor anvendelsesmulighed som overhovedet muligt. Nye og smarte energistyringsystemer vil ellers give fejlalarmer i forhold til de beregninger som hyppigt vil finde sted i beregningsmodellerne.

Som det fremgår af nedenstående er angivet henholdsvis et "varmt" år, et "koldt" år og et "normal" år.

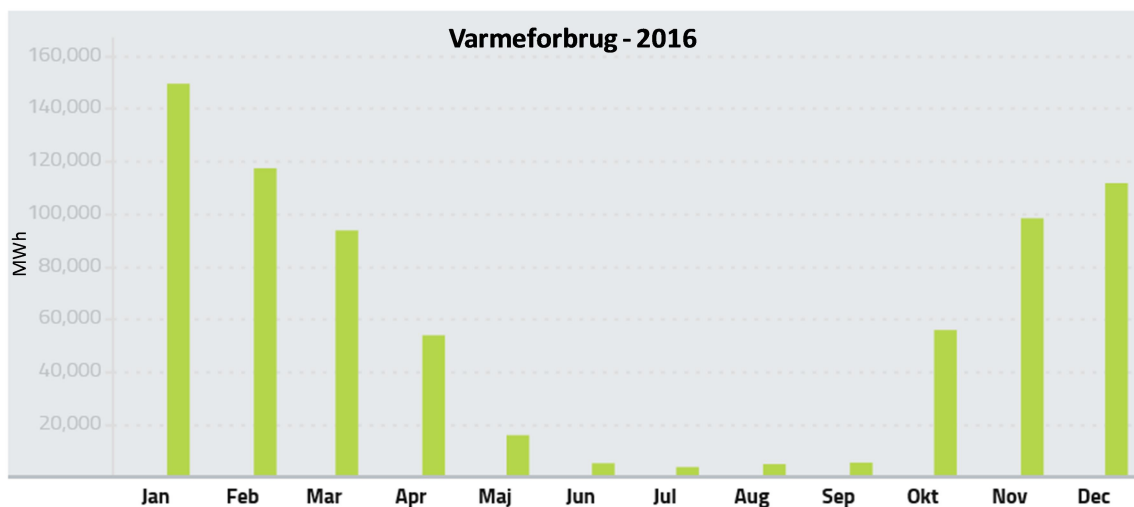


Eksempler over kolde og varme år, normalåret, med 3037 graddage

## 6. Find varmeforbruget for bygningen – normalårsforbrug - GAF + GUF

For at finde ud af hvor meget varme der går til opvarmning af bygningen (kWh/m<sup>2</sup>) i form af normalårsforbruget, skal man bruge det seneste års varmeforbrug, som er til rådighed. Der skal være flere oplysninger end et enkeltstående årsforbrug baseret på to års aflæsninger. Årsforbrug alene bør ikke danne grundlag for udarbejdelse af enhedsforbruget, da det ikke vil give tilstrækkelig information til opgørelse af det graddageuafhængige forbrug. Hvis der skal udarbejdes et enhedsforbrug, bør alle afregningsmålere fjernaflæses og en række aflæsningsdata over en rimelig periode skal være tilgængelige. Alternativt bør der være forskellige manuelle aflæsninger udenfor fyringssæsonen for at kunne fastsætte det graddage uafhængige forbrug. For at kunne opgøre det graddage uafhængige forbrug optimalt skal der helst være aflæsninger på minimum døgnbasis i sommerperioden.

I månedsforbruget indgår også den del der bruges til opvarmning og tab i det varme brugsvands system.



Eksempel på graf over varmekonsumtion fordelt på årets 12 måneder

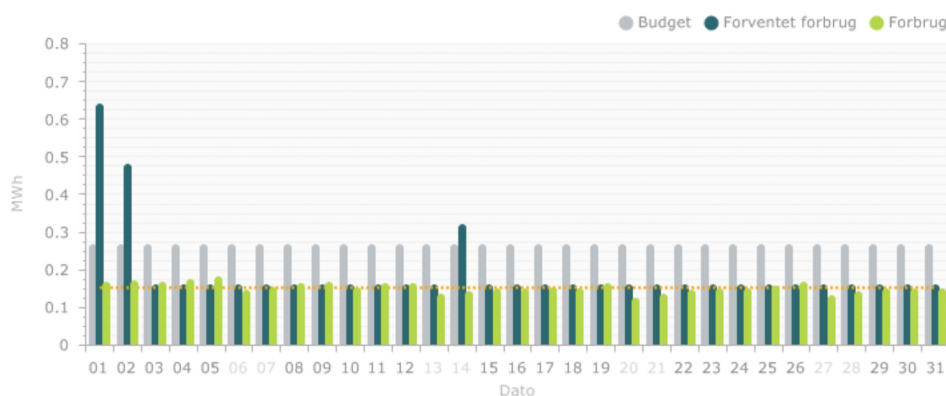
## 7. Varmt brugsvand og varmetab i ledninger – graddage uafhængigt forbrug (GUF)

Forbrug til varmt brugsvand. Dette forbrug er uafhængigt af vejret. Det er nødvendigt at vide hvor meget energi, der går til produktion af det varme brugsvand, samt tabet fra de ledninger, som fremfører og sikrer det varme brugsvand.

GUF i kontorejendomme ligger typisk mellem 10-15 % af det samlede fjernvarmekonsumtion, mens GUF i etageejendomme typisk vil ligge på 20-30 %. Der analyseres varmekonsumtionen fra fx to sommer måneder med et lavt antal graddage. I den periode undersøges det også, om der har været slukket for varmen i de pågældende perioder og vurderer det graddage uafhængige forbrug. Varmeforbrugene er angivet som i eksemplet nedenstående fra et energistyringsprogram eller også fra manuelle aflæsninger i relevante sommerperioder, hvor der er slukket for varmen. Den angivne periodes forbrug ganges op til 365 dage, så man får det for et helt år.

Eksempel hvor GUF er 0,16 MWh/dag. GUF er derfor = 58 MWh/år

Fjernvarmekonsumtion - MWh



Den væsentligste del af varmekonsumet til det varme brugsvand er tab i ledningssystemet, og da cirkulationen i mange tilfælde altid er i drift, kan der ligge store energibesparelser i at finde varmetabet i ledningssystemet.

Dette tab i cirkulationssystemet kan findes hvis der er monteret en måler på koldt vandtilgangen til vandvarmere, hvorved der kan laves en beregning på den energi der bruges til opvarmning af vandet og det der er tab fra transmissionen. Alternativt kan cirkulationspumpen til det varme brugsvand stoppes i perioder. Hovedparten af cirkulationstabene skyldes:

- Dårligt isolerede rør
- Høje fremløbstemperatur
- Rørføring på kolde lofter, kældre og skakter

I kontorejendomme udgør det varme brugsvand incl. tab (GUF) som tidligere oplyst ofte 10-15 % af det samlede varmekonsum. Det er dog ofte kun 2-5 %, som rent faktisk anvendes til selve produktionen af det varme brugsvand. Resten er cirkulations tab mm. Uden for sommerperioden bidrager en del af tabet til rum opvarmningen.

## 8. Graddage afhængigt forbrug – rum opvarmning (GAF)

Går til opvarmningen af en bygning. Forbrug til centralvarme og ventilation.

Dette forbrug er afhængigt af vejret, og for at kunne sammenligne forbruget med hvor koldt der har været anvendes der graddage, til at graddage korrigerer forbruget. Sådan findes GAF:

$$GAF = \text{Samlet varmekonsum} - GUF$$

Dette forudsætter, at centralvarmerørens ledninger er placeret hensigtsmæssigt, så varmetabene herfra udnyttes optimalt.

## 9. Graddage korrigerede forbrug og kWh/m<sup>2</sup>

For at finde det graddage korrigerede forbrug, skal man først finde varmekonsumet (GAF) for normal år.

Formel for at finde GAF for normalåret for år:

$$\text{Normalårsforbrug}(GAF) = GAF_{\text{reg. periode}} \times \frac{\text{Graddage}_{\text{normalår}}}{\text{Graddage}_{\text{reg. periode}}}$$

Derefter lægger man varmekonsumet (GAF) for normalåret til det varme brugsvands forbrug (GUF) og så har man det samlede normalårsforbrug.

Grunden til, at det kun er varmekorrigeringen (GAF), som skal graddage korrigeres, er at varmekorrigeringen er afhængigt af vejret. Har året været koldt, har bygningerne et højere varmekorrigering, og det graddage korrigerede forbrug bliver større. GUF vil omvendt være uændret.

$$\text{Normalårsforbrug}(total) = GUF + GAF_{reg.\text{periode}} \times \frac{Graddage_{normalår}}{Graddage_{reg.\text{periode}}}$$

## 10. Beregning af kWh/m<sup>2</sup>

For at finde kWh/m<sup>2</sup>, opgøres det samlede normalårsforbrug og divideres kWh forbruget med de opvarmede m<sup>2</sup> for hele bygningen. **Husk at omregne MWh til kWh!**

## 11. Yderligere tiltag

Fremover vil der formentlig blive udviklet flere modeller til yderligere optimering og benchmark. Her vil mere detaljerede segmenteringer give yderligere muligheder for fokus på optimering af varmekorrigering. Der bliver flere og flere fjernaflystede kunder med hyppigere data og det sammen med andre ejendomsstyper som skoler, universiteter, plejehjem, villaer og rækkehuse vil kunne give grundlag for mere sammenlignelige grupper.

Til det generelle overordnede trafiklys vil ovenstående benchmark metode være et godt udgangspunkt – indtil videre gældende for bolig etageejendomme og kontorejendomme.