



Betalingsgrænser for temperatur, luftfugtighed og CO₂ koncentration ved Dynamisk Varmeregnskab

A.C. MEYERS VÆNGE 15
2450 KØBENHAVN SV
SBI.DK
CVR 29 10 23 84

+45 9940 2525

Lars Gunnarsen lbg@sbi.aau.dk
Ole Michael Jensen omj@sbi.aau.dk

DATO 1.11.2019

Formålet med Dynamisk Varmeregnskab er at etablere afregningsform for varmeforbruget, der tilgodeser tre forhold: Beboere med højt varmeforbrug, med fugtforhold, der risikerer at skade bygningen, eller med høje koncentrationer af CO₂, der risikerer at skade beboernes sundhed, skal betale ekstra i det dynamiske varmeregnskab. Månedlig kontering af udgifter sikrer sammen med åbenhed om de løbende målte værdier en tilbagemelding, der for beboerne gør det muligt til stadighed at være opmærksom på opretholdelsen af et godt indeklima i deres bolig. Det gode indeklima er i denne sammenhæng et indeklima, der skaber sundhed og trivsel blandt beboerne samtidig med, at bygningen ikke bliver skadet af fugt og skimmelsvamp, og varmeforbruget ikke giver anledning til unødigt klimabelastning.

I praksis sker det ved, at de gamle fordampnings- og energimålere erstattes af en måler, der registrerer værdier for tre vigtige parametre forbundet med et godt indeklima: temperatur, luftfugtighed og CO₂-koncentration. Værdierne lagres på en server, der leverer de nødvendige oplysninger videre til fordelingen af udgifterne som et Dynamisk Varmeregnskab.

Alle måleværdier indsamlet i en måned bliver lagt til grund for den enkelte lejligheds månedsregnskab. Beboerne får tilsendt månedsregnskabet, ligesom de løbende kan følge med på Internettet og der se, om temperatur, luftfugtighed og CO₂-indhold befinder sig inden for de anbefalede grænseværdier for godt indeklima.

I det aktuelle projekt anvendes indeklimatemålere af typen IC-Meter. IC-Metre logger måleværdierne hvert 5. minut og lagrer oplysningerne på en server.

Dermed er der lagt op til et skift fra at betale for den mængde varme, der tilføres den enkelte lejlighed via radiatorerne, til at betale ekstra når kvaliteten af det indeklima, beboerne opretholder i den pågældende lejlighed er dårlig. Betalingen bliver på den måde både uafhængig af den varme, der overføres mellem lejlighederne, og af at visse lejligheder har udsat beliggenhed med stort varmetab til omgivelserne.

Principperne i dynamisk varmeregnskab

Målingerne kategoriseres i forhold til grænser anbefalet af SBI og forklaret i nærværende notat. De tildeles på det grundlag farverne grøn, gul og rød.

Perioder, hvor målingerne viser, at temperatur, luftfugtighed og CO₂ ligger inden for de anbefalede grænser tildeles farven grøn, mens perioder umiddelbart uden for tildeles farven gul, og perioder helt uden for de anbefalede værdier tildeles farven rød.

SBI anbefaler, at man inden for hver måleperiode lader den af de tre parametre med den ringeste værdi (farve) være bestemmende for afregningen. Det vil således være den måling, der inden for en periode har den ringeste klassifikation - rød, gul eller grøn - som er bestemmende for den farve, der karakteriserer perioden, og som bestemmer den takst, der skal betales. Er der således kun en af de målte værdier, der ligger inden for det røde felt (de andre gule eller grønne), fører dette til, at 5 minutters-perioden afregnes svarende til rød zone. Tilsvarende gælder, at hvis blot en af de målte værdier ligger i det gule felt (resten grønne), fører dette til et afregning svarende til gul zone. Alene hvis alle



tre parametre - temperatur, luftfugtighed og CO₂ - er grønne, giver dette et grønt indeklima-indeks og dermed laveste afregning.

Det dynamiske varmeregnskab gøres op måned for måned. Den pris, lejerne skal betale, vil være sammensat af en grundtakst for den del af tiden, hvor indeklima-indekset er grønt, et tillæg for den del af tiden, hvor indeklima-indekset er gult (lav tillægstakst) og yderlige et tillæg for den del af tiden, hvor indeklima-indekset er rødt (høj tillægstakst).

I dette notat redegøres for de indeklima grænser, som SBI anbefaler for boliger. Som nævnt er der tale om en afvejning, hvor der hele tiden er tre hensyn at tage. Det er for eksempel ikke sundhedsskadeligt at have 23° i stuen. Imidlertid er det ikke optimalt ud fra et klima- og miljøhensyn. Grænseværdierne er fastlagt på baggrund af den viden, forskningen ligger inde med om sundhed og trivsel i en bolig, om fugtphobning og skimmeldannelse i bygninger og om hensynet til en fremadrettet bæredygtig udvikling uden overdrevet energiforbrug.

Grænser for temperatur

For at sikre et godt indeklima, anbefales det, at temperaturen i vinterperioden (1.11 – 30.4) holdes på mellem 18 og 21°C og i sommerperioden (1.5 – 30.10) mellem 19 og 23 °C.

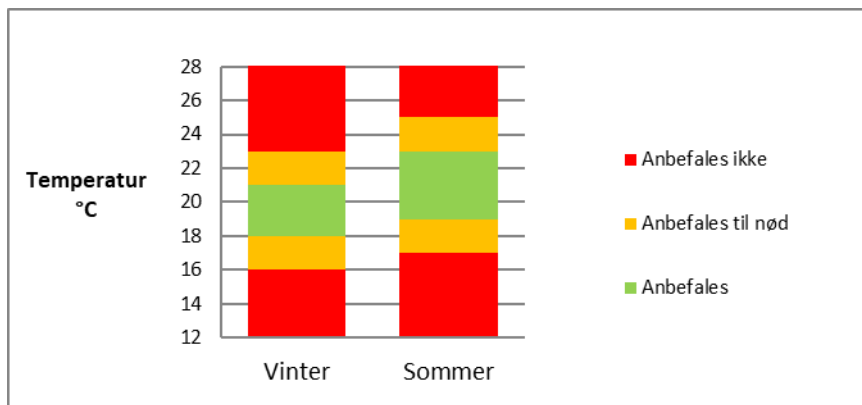
Om vinteren vil en rumtemperatur på mellem 18 og 21 °C ikke udfordre den menneskelige sundhed. Risikoen for, at der i dette temperaturinterval sker ophobning af fugt og dermed skimmelvækst på ydervægge minimale. Grænserne er samtidigt sat ved ret lave temperaturer, fordi de lavest mulige temperaturer er de bedste i forhold klimabelastningerne fra varmereproduktionen.

Om sommeren er der ikke ekstrabetaling som følge af temperaturerne, da varmeanlægget oftest er slået fra, og de høje temperaturer derfor ikke koster energi. Lave temperaturer forekommer sjældent, og den lave temperaturgrænse betyder heller ikke noget for afregningen om sommeren.

Temperaturgrænserne fremgår af Tabel 1 og Figur 1.

Tabel 1. Temperaturgrænser. Tabellen viser, hvilke temperaturer man skal opretholde om vinteren, hvis ekstrabetaling skal undgås. Sommerhalvårets temperaturgrænser er vist som anbefalinger uden konsekvenser for varmeregnskabet.

	Temperatur (°C)	Vinterhalvår (1.11 – 30.4)		Sommerhalvår (1.5 – 30.10)	
	Anbefales <i>Grundtakst</i>	18-21		19-23	
	Anbefales til nød <i>Ekstra betaling</i>	16-18	21-23	17-19	23-25
	Anbefales ikke <i>Yderligere ekstrabetaling</i>	Under 16	Over 23	Under 17	Over 25



Figur 1. Grænser for temperatur vinter- og sommer. Farveangivelsen grøn refererer til det temperaturområde, der anbefales, mens gul refererer til de temperaturområder, der til nød anbefales, og rød refererer til de områder, der ikke anbefales.

Grænser for relativ luftfugtighed

En fordel ved balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding er, at de løbende udgifter til at opretholde et højt luftskifte er små sammenlignet med boliger, hvor der ikke sker varmeudveksling mellem den udsugede luft og den tilførte udeluft.

Dette er baggrunden for at der her anbefales lavere grænser for relativ fugtighed i boliger med mekanisk ventilation med varmegenvinding end i boliger uden varmegenvinding, hvor luftskiftet alene sikres ved udluftning, udsugning og naturlig ventilation gennem ventiler og utætheder.

I boliger med balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding anbefales, at den relative luftfugtighed i vinterperioden (1.11 – 30.4) holdes på mellem 20 og 50 %RF.

Den nedre grænse er lidt højere for boliger uden varmegenvinding mellem udsuget luft og tilført udeluft således, at det i sådanne boliger anbefales at holde den relative fugtighed i vinterperioden mellem 30 og 50 %RF.

I begge boligkategorier anbefales (1.5 – 30.10) en relativ fugtighed i sommerperioden mellem 35 og 60 %RF.

Mennesker kan fint leve ved højere luftfugtighed. Men for bygninger stiger risikoen for skader ved høje relative luftfugtigheder, idet faren for skimmelsvampevækst stiger med luftfugtigheden. Faren for skimmelsvampevækst er også relateret til de indvendige byggematerialers temperaturer. De vil normalt og særligt i ældre bygninger være lave, når det er koldt udenfor. Derfor er grænserne lavere om vinteren end om sommeren

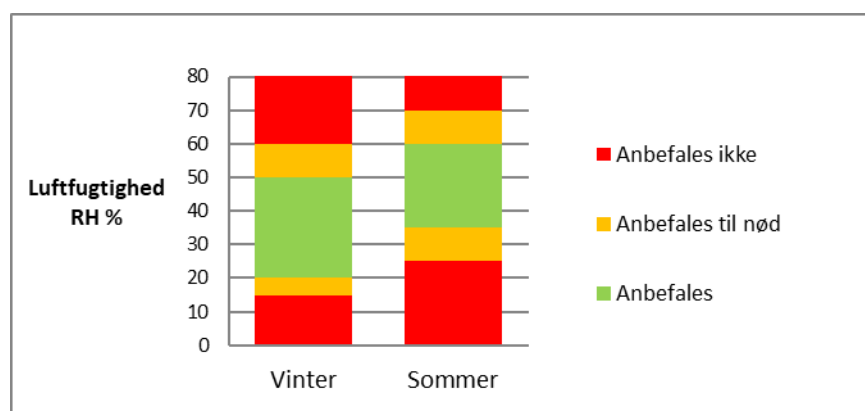
En høj relativ luftfugtighed opstår, når der er høj produktion af vanddamp i forhold til den mængde vanddamp, der fjernes ved ventilation og udluftning. En høj produktion af vanddamp kan blandt andet skyldes badning, madlavning, tøjvask, tøjtørring og høj tæthed af mennesker og dyr i lejligheden. Lav luftfugtighed er normalt godt, ikke mindst for boligen og indeklimaets kvalitet. Dog kan meget lav luftfugtighed, give svindrevner i parket- og bræddegulve, lige som mennesker med tørre slimhinder kan opleve gener.

Meget lav luftfugtighed kan være tegn på langvarig udluftning, fx ved åbenstående vinduer i kombination med åbne radiatorer. For at undgå varmespild og evt. misbrug af ordningen, er der sat en nedre grænse for den relative luftfugtighed på henholdsvis 20 % RF og 30 % RF. Se Tabel 2 og Figur 2 med luftfugtighedsgrænser for boliger med balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding og Tabel 3 og Figur 3 med luftfugtighedsgrænser for boliger uden varmegenvinding i ventilationssystemerne.

I sommerhalvåret bliver den relative luftfugtighed i indeluften normalt højere. Det sker fordi udeluften kan indeholde mere fugtighed, når den er varm, og dermed tilføres mere fugt via ventilation og udluftning. Om sommeren vil de indvendige overfladematerialer i boligen samtidigt også være varmere og dermed mere robuste over for skimmelsvampewækst. Fugtgrænserne er derfor højere om sommeren. Særlig høj luftfugtighed om sommeren kan dog stadig give et fingerpeg om behov for udluftning.

Tabel 2. Grænser for relativ luftfugtighed i boliger med balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding. Tabellen viser, hvilken relativ luftfugtighed man skal opretholde, hvis ekstrabetaling skal undgås.

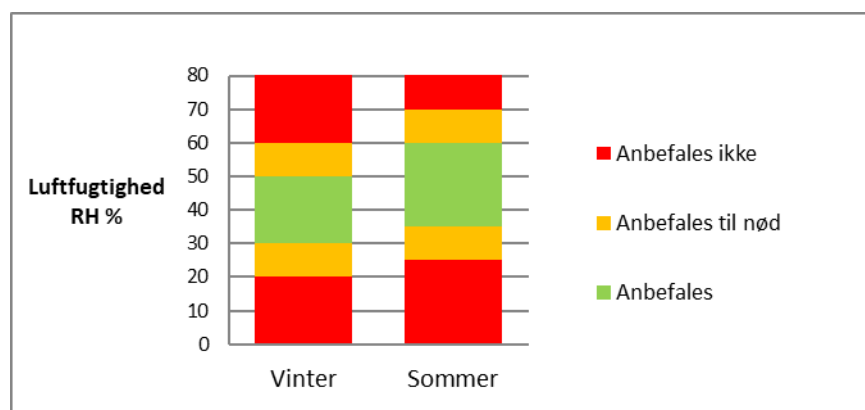
	Relativ luftfugtighed (%RH)	Vinterhalvår (1.11 – 30.4)		Sommerhalvår (1.5 – 30.10)	
	Godt indeklima <i>Grundbetaling</i>	20-50		35-60	
	Mindre godt indeklima <i>Ekstra betaling</i>	15-20	50-60	25-35	60-70
	Dårligt indeklima <i>Yderligere ekstra-betaling</i>	under 15	Over 60	Under 25	Over 70



Figur 2. Grænser for relativ luftfugtighed, vinter- og sommer i boliger med balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding. Farveangivelsen grøn refererer til det temperaturområde, der anbefales, mens gul refererer til de temperaturområder, der til nød anbefales, og rød refererer til de områder, der ikke anbefales.

Tabel 3. Grænser for relativ luftfugtighed i boliger uden ventilation med varmegenvinding. Tabellen viser, hvilken relativ luftfugtighed man skal opretholde, hvis ekstrabetaling skal undgås.

	Relativ luftfugtighed (%RH)	Vinterhalvår (1.11 – 30.4)		Sommerhalvår (1.5 – 30.10)	
	Godt indeklima <i>Grundbetaling</i>	30-50		35-60	
	Mindre godt indeklima <i>Ekstra betaling</i>	20-30	50-60	25-35	60-70
	Dårligt indeklima <i>Yderligere ekstra-betaling</i>	under 20	Over 60	Under 25	Over 70



Figur 3. Grænser for relativ luftfugtighed, vinter- og sommer i boliger uden ventilation med varmegenvinding. Farveangivelsen grøn refererer til det temperaturområde, der anbefales, mens gul refererer til de temperaturområder, der til nød anbefales, og rød refererer til de områder, der ikke anbefales.

Grænser for CO₂-indhold (Kuldioxid)

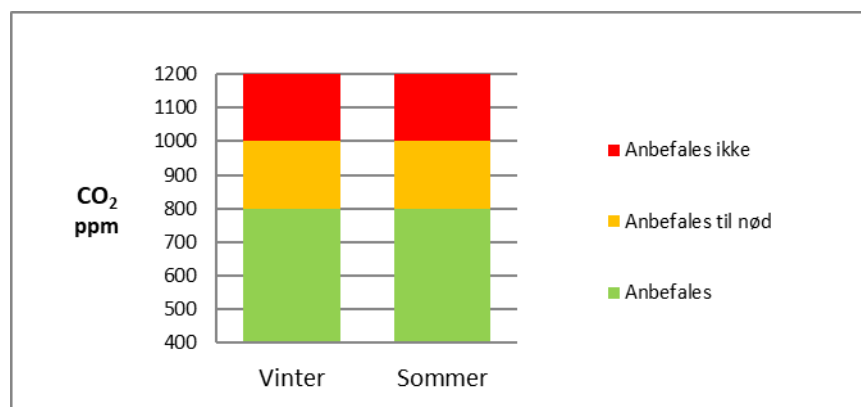
Mennesker og dyr producerer CO₂ som en del af deres naturlige metabolisme. CO₂ koncentrationen i indeluften viser forholdet mellem forureningstilførslen fra dyr og mennesker og fortyndingen med ventilation og udluftning. Når CO₂ koncentrationen er høj i indeluften, vil den derfor ofte indikere risiko for symptomer som træthed og hovedpine, fordi høje koncentrationer af den samlede forurening som mennesker og dyr tilfører ofte blandt andet fører til disse ubehagelige symptomer. CO₂ koncentrationen er således en god indikator på dårlig luftkvalitet og resulterende ubehag, selv om de CO₂ koncentrationer, der forekommer i indeluften, isoleret set ikke kan forklare tab af sundhed.

CO₂ koncentrationen i udeluften er ca. 400 ppm. I dynamisk varmeregnskab er 1000 ppm i indeluften sat som en øvre grænse for det mindre gode indeklima. Grænsen på 800 ppm skal markere, at det allerede ved denne koncentration begynder at blive kritisk.

Der er ingen forskel på betydningen af CO₂-koncentrationen mellem sommer og vinter. Derfor er grænserne ens.

Tabel 4. CO₂-grænser. Tabellen viser, hvilken CO₂ koncentration i indeluften man skal opretholde, hvis ekstrabetaling skal undgås.

	CO ₂ (ppm)	Vinterhalvår (1.11 – 30.4)	Sommerhalvår (1.5 – 30.10)
	Godt indeklima <i>Grundbetaling</i>	<800	<800
	Mindre godt indeklima <i>Ekstra betaling</i>	800-1000	800-1000
	Dårligt indeklima <i>Yderligere ekstra-betaling</i>	>1000	>1000



Figur 4. Grænser for CO₂ indhold i luften vinter- og sommer. Farveangivelsen grøn refererer til det temperaturområde, der anbefales, mens gul refererer til de temperaturområder, der til nød anbefales, og rød refererer til de områder, der ikke anbefales.

Når ydre forhold gør det umuligt at opretholde anbefalede forhold i boligen

Når solen skinner med direkte sol ind gennem vinduerne, kan det blive varmt uden, at radiatorerne bidrager. I sådanne perioder bruges der ikke forsyningsvarme, hvis radiatortermostaterne står rigtigt, selv om temperaturen kan blive høj. Der kan også blive høj fugtighed i luften i boligen på varme sommerdage med regnvejr eller bare høj luftfugtighed udendøre.

På dage med sol eller højt vandindhold i udeluften har beboerne ingen midler til at undgå overskridelser af temperatur- eller fugtgrænserne. Derfor tæller overskridelser af temperaturgrænserne ikke, når solen skinner, ligesom overskridelser af fugtgrænserne ikke tæller, når vandindholdet i udeluften ikke gør det muligt at overholde de høje fugtgrænser for indeluften.

Mere præcist gælder det:

Temperaturoverskridelser medregnes ikke for hele timer mellem solopgang og nedgang i vinterperioden, dvs. 1.11 – 30.4, hvor der er fuld sol eller kun lidt skydække. Forslaget betyder



på den ene side, at der udgår temperaturmålinger for boliger, selv om de ikke har vinduer i solretningen. På den anden side fjernes efterfølgende timer ikke, hvor der muligvis fortsat er høje temperaturer som følge af tidligere soleksponering.

Fugtoverskridelser medregnes ikke, når der ud fra timeværdier for udeluftens temperatur og relativ luft, identificeres timer, hvor udeluftens absolutte fugtindhold ved 20 °C vil overstige de høje grænser for relativ luftfugtighed i indeluften. Hvis udeluften i blot én time i et døgn har for højt vandindhold i forhold til indeluftens grænser for relativ luftfugtighed ved 20 °C, så udgår alle døgnets målinger af den relative luftfugtighed fra beregningen af boligens betaling. Forklaringen på, at alle døgnets timer udgår, når der blot er målt høj luftfugtighed i mindst en time, er, at boligens indvendige overflader har en meget stor bufferkapacitet, og det derfor kan tage nogen tid igen at få passende lav relativ fugtighed i indeluften.

Udeforholdene dokumenteres af prognoserne for lokalområdet fra en valgt vejrtjeneste - yr.no eller dmi.dk. Brugen af timeprognoser for lokalt vejr gør korrektionen enkel at dokumentere og administrere.