

## Behovstyret ventilation til enfamiliehuse



*Udvikling af et behovstyret ventilationssystem til enfamiliehuse med praktisk afprøvning/sammenligning af to forskellige strategier – en simpel og en avanceret regulering af luftskiftet*

## Resumé:

Energiforbruget til ventilation udgør en væsentlig del af det samlede energiforbrug i boliger – og udvikling af mere energieffektive varmevekslere og ventilatorer kan ikke alene reducere energiforbruget til boligventilation tilstrækkeligt. Der må også ses på mulighederne ved behovstyring af ventilationsluftmængden, hvor man reducerer luftmængden uden for brugstiden – og dermed energiforbruget til såvel el som varme.

## Målsætning:

Projektet ville undersøge to forskellige reguleringsstrategier i et nyere parcelhus fra 2002 med et opvarmet etageareal på 140 m<sup>2</sup>, beboet af en familie på to udearbejdende voksne og to børn, der ligeledes er væk fra hjemmet i dagtimerne. Forsøgene skulle fokusere på indeklimaparametre (CO<sub>2</sub> og luftfugtighed i boligens rum) og sammenligne målinger før og efter de to forskellige reguleringsystemer blev installeret og afprøvet.

Det ene reguleringsystem (simpel regulering) havde ensartet variation af luftudskiftningen i alle rum – det andet (avanceret regulering) havde dynamisk luftudskiftning i alle opholdsrum, styret af sensorer i hvert opholdsrum.

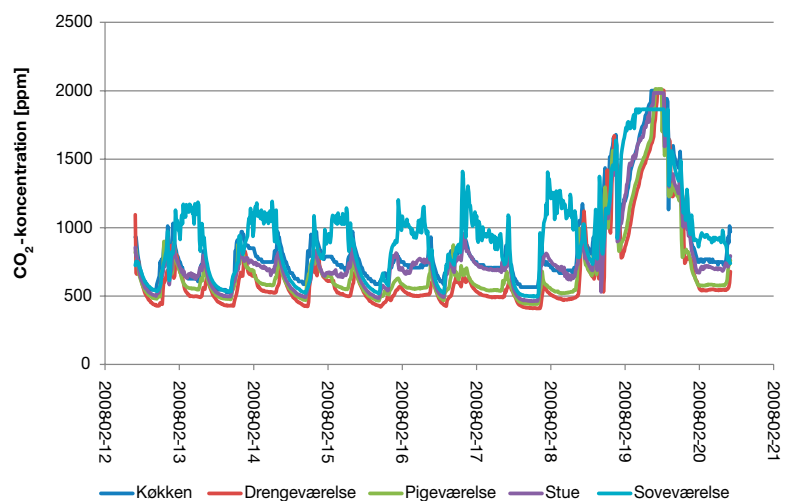
Målet var at undersøge, om man i fremtidig lovgivning ikke snarest bør lukke op for behovstyret ventilation også til enfamiliehuse – forudsat at det ikke forårsager fugttechniske problemer eller forringelse af det atmosfæriske indeklima.

Der er behov for at gøre op med Bygningsreglementets krav om konstant ventilation i boliger ved at indføre mulighed for behovstyring

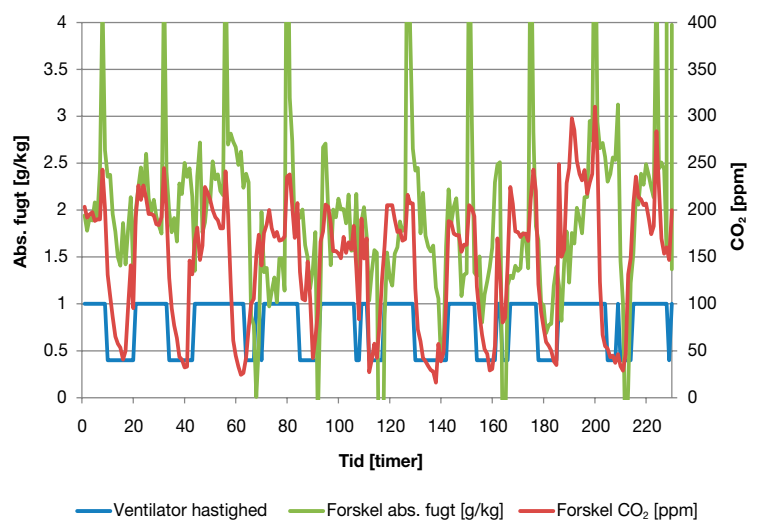
Det er imidlertid ikke tilladt for ventilation til boliger – her stilles krav om et bestemt luftskifte i alle døgnets 24 timer for at sikre, at CO<sub>2</sub>-koncentrationen og luftfugtigheden holder sig inden for anbefalede grænser.

Projektet ønskede derfor at afprøve, om man kunne udvikle behovstyret ventilation til enfamiliehuse uden risiko for at reducere luftkvaliteten. Behovstyret ventilation er kendt fra andre

områder fx skoler og kontorbygninger, også for at være relativt dyre i anlægsomkostninger. Det er imidlertid ikke nødvendigvis tilfældet i enfamiliehuse, hvor anlæggene er mindre komplicerede og luftstrømmene betydeligt lavere end i de større bygninger.



Figur 1. CO<sub>2</sub>-koncentrationen i boligen ved normal drift af ventilationsanlægget med konstant luftskifte. De sidste dage i måleperioden er ventilationsanlægget slukket. For at have acceptabel luftkvalitet anbefales CO<sub>2</sub>-koncentration under 1000 ppm.



Figur 2. Reguleringsparametre og relativ ventilatorhastighed ved den simple regulering hvor ventilationsmængden er reduceret med 60% i 40% af tiden. Skift mellem den høje eller lave ventilationsmængde sker med grænseværdier for forskel i CO<sub>2</sub>-koncentration på 150 ppm og forskel i absolut fugtighed på 2 g/kg mellem udsugningsluft og udeluft.

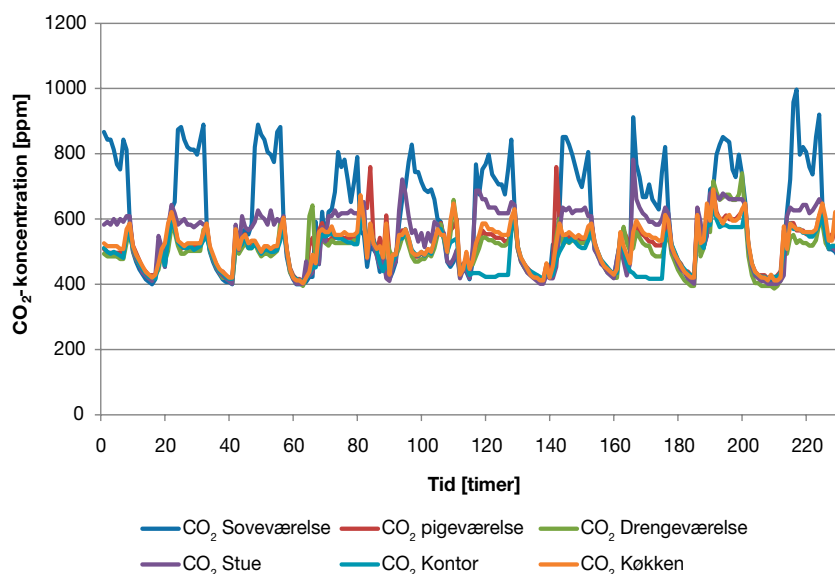
## Processen:

Projektet er gennemført med DTU som projektleder. DTU har stået for de teoretiske analyser i projektet og sammen med Teknologisk Institut stået for at analysere måledata. Teknologisk Institut har stået for de praktiske målinger i huset. Trend Controls har leveret reguleringsteknik og stået for programmering af reguleringsstrategier. Ecovent har leveret ventilationsaggregat til projektet. Lindab har leveret komponenter til regulering i kanalsystemet. Alle parter har indgået i beslutninger vedr. opbygning af kanalsystemet og reguleringen for at muliggøre de to reguleringsstrategier.

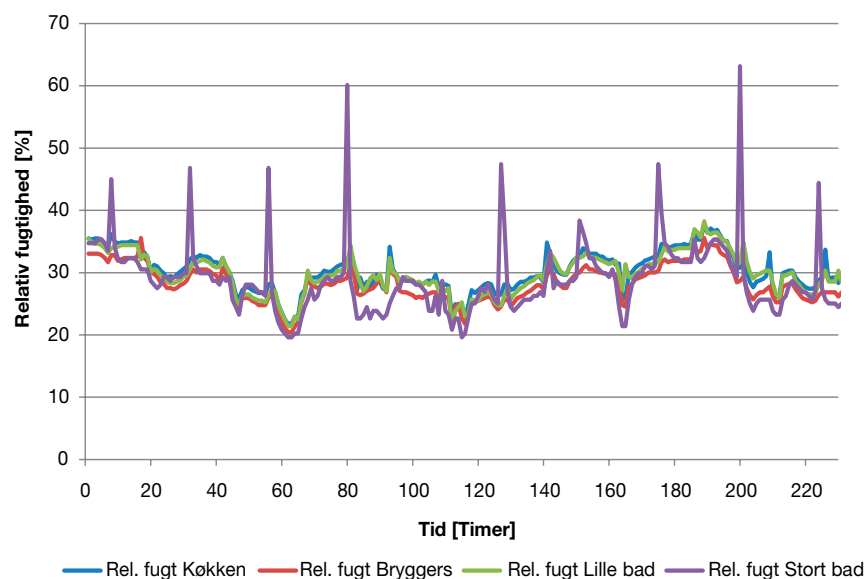
## Resultater:

Projektet viser, at det er muligt på en simpel måde at implementere behovstyring i mekanisk ventilerede enfamiliehuse. Luftskiftet reduceres til 1/3 i ca. 40 % af tiden, hvilket medfører lavere el og varmebehov uden væsentlige ændringer i luftkvaliteten eller den relative fugtighed.

En simpel (og billig) regulering kan give betydelig reduktion i energiforbrug – uden at luftkvaliteten bliver forringet



Figur 3. CO<sub>2</sub>-koncentrationen i boligen når den simple regulering er i drift. Sammenlignes med figur 1 ses, at reguleringen ikke giver anledning til dårligere luftkvalitet.



Figur 4. Den relative fugtighed i boligen når den simple regulering er i drift. Det ses, at fugten produceret om morgenen fjernes effektivt og at reguleringen ikke giver anledning til for høj relativ fugtighed i dagtimerne hvor ventilationsmængden er lav. De lave værdier skyldes, at målingerne er foretaget om vinteren.

## Konklusion:

Selv om de to forskellige strategier er implementeret og afprøvet i boligen over længere tid, kan kun den simple regulering anbefales på nuværende tidspunkt. Den simple regulering sikrer, at luftkvaliteten i boligen er stort set den samme som ved en konstant ventilation. Desuden kræver den simple regulering "kun" to CO<sub>2</sub>-sensors, to fugtigheds-sensorer og to temperatursensorer, som

dog alle skal checkes fx i forbindelse med filterskift.

Den avancerede regulering er betydeligt dyrere at installere, men rummer en del fordele sammenlignet med den simple regulering bla muligheden for bedre fordeling af luften, hvor der er brug for den. Den har også et større besparelsespotentiale end den simple reguleringsstrategi – men det medfø-

rer, at luftmængden også reduceres i brugstiden. Dette vil medføre en diskussion, om denne reguleringsform medfører en forringelse af indeklimaet for brugerne, og om denne forringelse er acceptabel. Flere vurderinger i laboratorium og huse er derfor nødvendige for, at denne strategi kan anbefales.



Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frb. C  
Tlf: 35 300 400

# Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

## Hvad kan projektet bruges til?

Den simple løsning vil umiddelbart kunne indbygges i nye aggregater. Priser på sensorer er nok stadig for høje og videre optimering af løsningen kunne omhandle billiggørelse af sensorer. Der kan være behov for at teste strategien i forskellige typer husholdninger for at se om den er robust overfor fx. meget lav

personlast. Den avancerede regulering kræver mere udvikling af reguleringsstrategi, så spjæld ikke står unødigt lukkede og giver tryktab. Begge strategier kræver en mere grundlæggende vurdering af ventilationsbehovet i boliger.

## Effekt:

Det samlede potentiale er vanskeligt at kvantificere, men man kan fra tabel 1 sige, at den simple regulering kan medvirke til elbesparelser i størrelsesordenen 25 % i forhold til anlæg med konstant ventilation.

**Tabel 1. Energiforbrug ved forskellige typer ventilation i enfamiliehus.**

		Varmeforbrug kWh/m <sup>2</sup>	Elforbrug kWh/m <sup>2</sup>	Brutto energi <sup>1</sup> kWh/m <sup>2</sup>
Naturlig ventilation		46	0	46
BR mindste krav til mekanisk ventilation og tæthed af klimaskærm	Mekanisk VGV 65 % og SEL 1200 J/m <sup>3</sup>	33	3,7	42
	Mekanisk VGV 65 %, SEL 1200 J/m <sup>3</sup> og behovstyring	29	2,8	36
Effektivt mekanisk ventilationsanlæg og meget tæt klimaskærm	Mekanisk VGV 85 % og SEL 1000 J/m <sup>3</sup>	15	3,1	23
	Mekanisk VGV 85 %, SEL 1000 J/m <sup>3</sup> og behovstyring	14	2,3	20

<sup>1</sup>El vægtes med faktor 2,5 sammenlignet med varme



[www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)

### Kontaktperson:

Toke Rammer Nielsen  
DTU Byg  
Bygning 118  
Danmarks Tekniske Universitet  
2800 Kgs. Lyngby

E-mail: [trn@byg.dtu.dk](mailto:trn@byg.dtu.dk)  
Telefon: 45 25 18 60  
Web: [www.byg.dtu.dk](http://www.byg.dtu.dk)

### Projekt:

Titel: Udvikling af behovstyret ventilation til enfamiliehuse  
Nr.: 339-030  
PSO Program 2007  
Budget: 1.466.124 kr., hvoraf 799.999 kr. i tilskud fra Dansk Energi  
Tidsplan: 01.01.2007 – 31.12.2009

### Programkoordinator:

Forskningskoordinator  
Jørn Borup Jensen  
Dansk Energi  
Rosenørns Allé 9  
1970 Frederiksberg C.  
E-mail: [jbj@danskeenergi.dk](mailto:jbj@danskeenergi.dk)  
Telefon: 35 300 934  
Web: [www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)