

Statusrapport efter et års drift

'Smart behovsstyret ventilation' – demonstrationsprojekt FAB Højstrupparken

Indledning

Ændringer i bygningsreglementet (BR) pr. 1.1.2021 og 1.1.2022 åbner op for helt nye ventilationsløsninger i boligsektoren. Det hidtidige krav om balanceret ventilation er bortfaldet, forudsat at energiforbruget ikke stiger. Fra nytår 2022 blev det tilladt at luftskiftet i perioder *halveres* ift. de generelle krav ($0,3 \text{ l/s m}^2$), hvis ventilationen i hver bolig styres individuelt, ud fra målinger af indeklimate. De nye regler knytter sig pt. til tidspunkter hvor boligerne er tomme, medmindre der søges om dispensation fra kommunen.

I de aktuelle projekter er det generelt indhentet en supplerende dispensation fra kommunerne, som giver ret til at vælge et luftskifte på under $0,3 \text{ l/s m}^2$, selv om det er personer til stede, netop ventilationen styres ud fra aktuelle indeklimate målinger i de enkelte lejligheder..

Ventilationsanlæg med en fast luftmængde er dimensioneret ud fra krav om en installeret luftskiftekapacitet i hhv. køkken og bad på 20 l/s ($72 \text{ m}^3/\text{h}$) og 15 l/s ($54 \text{ m}^3/\text{h}$). For en lejlighed på 116 m^2 svarer det til det generelle krav på $0,3 \text{ l/s m}^2$. For en lejlighed på f.eks. 70 m^2 med fast luftmængde, betyder kapacitetskravene til enheder i køkken og bad at lejligheden har et luftskifte på hele $0,5 \text{ l/s m}^2$.

Smart behovsstyret ventilation er et 'opgør' med *balanceret* ventilation og hidtidig regulering.

- For det *første* styres udluftningen i den enkelte lejlighed ud fra det aktuelle behov for frisk luft. Det sikrer et godt og dokumenteret indeklimate med mindst muligt luftskifte/energitab. Cloudstyret ventilationen klarer det nødvendige luftskifte, som beboerne ikke håndterer ved åbne vinduer etc.
- For det *andet* erstattes det dyre rørsystem som sender forvarmet luft til alle rum, af væsentlig billigere former for varmegenvinding. Hovedparten af energibesparelsen er dog allerede sikret ved at det samlede luftskifte - sfa. optimeret styring i hver lejlighed - er betydeligt lavere – ca.40%.

I FAB Højstrupparken i Odense, gennemfører Landsbyggefondens et demonstrationsprojekt, hvor de to ventilationsløsninger stilles overfor hinanden i to helt ens bygninger. Én bygning med *smart behovsstyret* ventilation og én med *traditionel balanceret* ventilation. Projektet har kørt siden august 2021, hvorfor det nu kan laves en étårsstatus.

Resultater

- Samlet *luftskifte* er hele 40% *lavere* ved *behovsstyret* ventilation. Ventilationen skruer først op over de $0,15 \text{ l/s m}^2$ når forureningen er nærmer sig de satte set-værdier, hvilket omvendt betyder at det fjernes mere absolut fugt og CO_2 for hver ventileret m^3 . Hertil kommer at luftskiftet ved balanceret ventilation er *væsentlig over* $0,3 \text{ l/s m}^2$ i mindre lejligheder jfr. bemærkninger ovenfor.
- Gennemsnitlig *luftfugtighed* og *CO_2 -koncentration* følges ad i de to bygninger, men den relative andel med høje – ikke anbefalede – koncentrationer, er lidt lavere i den *behovsstyret* ventilation.
- *Energiforbrug* ved *behovsstyret* ventilation *uden* varmegenvinding forhøjer det samlede vægtede energiforbrug med 4 – 5% ift. *balanceret* ventilation.

- Hvis blot 25% af afkastluften anvendes til rumopvarmning eller produktion af varmt brugsvand, opnås et lavere samlet energiforbrug
- Behovsstyret ventilation *uden* supplerende varmegenvinding giver en 2% større samlet varme- og eludgift – blot 7 kr./lejlighed og måned.
- Anslået forskel i *anlægssum* på ca. 35% til den *behovsstyrede* løsnings favør (kilde: LBF). Herfra skal der trækkes investering i varmegenvinding, f.eks. opvarmning i tagetage, opgang og kælder eller supplerende produktion af varmt brugsvand eller centralvarme i luft/vandvarmepumpe.

Konceptet som er udviklet af EXERGI og BUILD/SBI, er i virkeligheden ikke nyt, men en klassisk udsugningsløsning med en digital twist & Cloud. Firmaet IC-Meter tilbyder en færdig samlet løsning.

Boliger har behov for frisk luft

Alle boliger har behov for frisk luft. Mennesker er den største forurener af luften i boliger, hvor forureningen varierer afhæng af antal mennesker og aktivitet. Men byggematerialer, møbler og tekstiler giver også sit bidrag til at boligens luft bliver forurennet. Hertil kommer at brug af vand til bad, rengøring og madlavning forøge fugtindholdet i luft. Forurennet og fugtig luft er skadelig for vort helbred, og høj fugtighed kan give skimmelsvamp etc.

Senest er det dokumenteret at god ventilation kan reducere risikoen for spredning af Corona via luften.

De første krav om ventilation

Det er en lang tradition i Danmark for krav om ventilation i boliger. Det startede med fokus på fugt, hvor det blev stillet krav om udsugning i boligens 'våde' rum – køkken og bad. Ved at fjerne fugtig luft i de 'våde' rum holdes risikoen for fugt og skimmel nede. Samtidig betyder udsugning i de 'våde' rum at det automatisk suges frisk luft udefra ind i boligens 'tørre' rum – stue, entre og soveværelser. Det sker enten via utætheder i bygningen eller ventiler i vinduer og vægge. Ventiler er klart at foretrække fordi det giver muligt at styre og fordele indsugning af frisk luft imellem de 'tørre' rum.

Energihensyn og krav om balanceret ventilation

Ønsket om frisk luft er i konflikt med målsætningen om at minimere energiforbrug til opvarmning. Varm og fugtig luft indeholder væsentlig mere energi end kold og tør luft. Det betyder at hver gang vi ventilerer én m³ luft spilder vi energi.

Balanceret ventilation med varmegenvinding blev i sin tid svaret på disse udfordring. Konceptet rummer to dele. Det *første* er varmegenvinding, hvor den varme og fugtige afkastluft opvarmer koldt og luft som suges ind i bygningen. Den *anden* del er, var at den forvarmede friske luft blev sendt ud til ejendommens alle rum via et finmasket rørsystem.

I bygningsreglementet var det frem til årsskiftet 1.1.2022 et krav om fast luftskifte i boliger på 0,3 l/s m², hvilket svarer til at ca. halvdelen af luften i en bolig udskiftes i løbet af én time.

Kritik af balanceret ventilation

Det er rejst tre kritikpunkter ift. balanceret ventilation

- Forureningen i den enkelte bolig varierer kraftigt over døgnet afhængig af antal personer og aktiviteter. Et fast luftskifte er tit unødvendigt højt og somme tider for lavt luftskifte.

- Balanceret ventilation tager *ikke* højde for at beboerne selv lugter ud. Den balancerede ventilation tager så at sige patent på alt luftskifte, med risiko for ubalance når beboerne åbner vinduer osv.
- Varmegenvinding via f.eks. en krydsvarmeveksler er en god løsning. MEN investeringen i rørsystem på adskillige km, nedsænkede loft osv. er så stor, at den *ikke* kan hentes hjem via besparelser på varmeregningen. Det er ikke varmegenvinding som princip som er gal, men den *måde* som varmen genbruges og distribueres på som er meget dyr.

Bygningsreglementet er pr. 1.1.2021 og 1.1.2022 ændret

Ændringer i bygningsreglementet (BR) pr. 1.1.2021 og 1.1.2022 har taget højde for kritikken og åbner op for helt nye og ventilationsløsninger i boligsektoren. Det hidtidige krav om balanceret ventilation er bortfaldet, forudsat at energiforbruget ikke stiger. Fra nytår er det tilladt at luftskiftet i perioder *halveres* ift. de generelle krav ($0,3 \text{ l/s m}^2$) *hvis* ventilationen i hver bolig styres individuelt, ud fra målinger af indeklimate, hvis boligen er tom eller det er indhentet kommunal dispensation.

Smart behovsstyret ventilation – optimeret udsugning

Smart behovsstyret ventilation har som eksplicit målsætning at sikre og dokumentere et godt indeklimate, med et minimalt luftskifte og energitab, uanset aktivitetsniveau. Den Cloudstyrede ventilation tager højde for beboernes forurening og udluftning, hvor den behovsstyrede ventilation *supplerer* med det luftskifte som brugeren ikke selv sikrer.

Kernen i smart behovsstyret ventilation er et traditionelt trykstyret udsugningsanlæg for en opgang eller hel bygning. Trykstyringen sikrer et konstant undertryk i kanalerne. Frisk luft suges ind i lejligheden via ventiler, typisk placeres bagved radiator eller tæt på loft i de 'tørre' rum. Det findes også løsninger hvor den friske luft føres ind i boligen via perforerede loftplader – jfr. kontor og skoler.

I de enkelte lejligheder installeres to styrbare spjæld (VAV-spjæld) – ét i køkken og ét i bad. I ejendommen installeres en Internet-tilsluttet boks som sikrer kommunikationen imellem Cloud og VAV-spjæld. VAV-spjæld modtager styreordre om ønsket luftmængde, og giver respons om faktisk luftskifte.

I rækkehuse og én-familieboliger erstattes ventilationsanlæg og VAV-spjæld med styrbare ventilatorer.

Midt i hver lejlighed installeres en indeklimate måler som måler temperatur, relativ fugt og CO_2 . Målingerne sendes op til en Cloud-løsning, hvor målingerne analyseres ift. udeluftens aktuelle temperatur og fugt.

Cloud-tjenesten opbygger en model for hver lejligheds produktion og bortskaffelse af hhv. fugt og CO_2 . En prognose for det nødvendige luftskifte opstilles og opdateres hvert 5. min., hvorefter det sendes styreordre til de to VAV-spjæld med bestilling af ønsket luftskifte. Modellen modtager feedback fra spjæld om evt. afvigelser, f.eks. at et spjæld er blokeret.

Styrekonceptet vil med dagens terminologi betegnes som AI og Machine Learning. Alle indeklimate målinger og luftmængder dokumenteres i rapportering til ejendoms-administrator og beboere.

Smart behovsstyret ventilation – nytænkning af varmegenvinding

I lighed balanceret ventilation henter ventilationsanlægget varm og fugtig afkastluft med et betydeligt energiindhold. Opgaven er her at vælge et langt billigere alternativ balanceret ventilation med distribution af forvarmet luft til ejendommens alle tørre rum.

Det er ikke fastlagt én bestemt løsning, men det er peget på tre muligheder alt efter de lokale muligheder.

- Den *første* mulighed er en traditionel krydsvarmeveksler, hvor tør og forvarmet luft bruges til direkte opvarmning af øverste etage/loftsrum, trappeopgang eller kæder. Bemærk at det kun er behov for at spare 5% af det samlede forbrug for at overgå balanceret ventilation.
- Den *anden* mulighed er at bruge afkastluftens energi til supplerende produktion af varmt brugsvand via varmepumpe. På denne måde kan store distributionstab i varmtvandsproduktion nedsættes, hvor løsningen samtidig åbner op for energiudnyttelse udenfor fyringsperioden.
- Den *tredje* mulighed er at lade energien i afkastluft opvarme centralvarmevandets frem- eller returløb ved brug af luft/vand varmepumpe, i kombination med sløjfestyring eller varmepumpe.

I demonstrationsprojekt FAB Højstrupparken er behovsstyret ventilation implementeret *uden* varmegenvinding. Årsagen var pladsmangel, samt et ønske om at undersøge i hvor høj grad optimerede luftskifte kunne erstatte varmegenvinding i balanceret ventilation.

Udgangspunktet for projekter med behovsstyret ventilation er dog at projektet skal omfatte en supplerende varmegenvinding som sikrer et *mindre* energiforbrug end ved balanceret ventilation.

Demonstrationsprojekt FAB Højstrupparken Odense – sammenligning af de to løsninger

To identiske bygninger med 15 lejligheder hver. I nr. 41 – 43 er det installeret behovsstyrt ventilation og i nr. 37 – 39 er det etableret decentral balanceret ventilation.



Balanceret ventilation

Bystævnevej 37 -39, Højstrup Parken

- Udsugning i køkken og bad
- Indblæsning af *forvarmet* luft i alle rum
- Konstant luftskifte i alle lejligheder



Behovsstyret ventilation

Bystævnevej 41 -43, Højstrup Parken

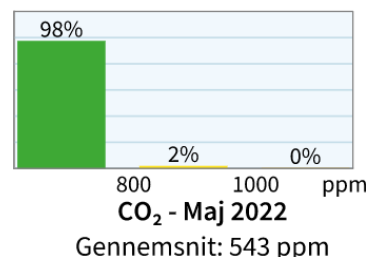
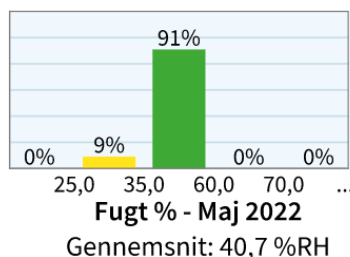
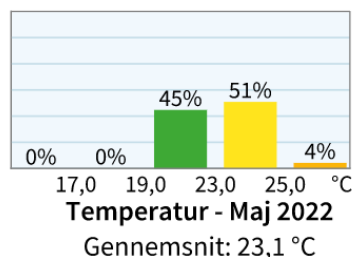
- VAV-spjæld i køkken og bad
- Frisk luft *uden* forvarmning
- Indeklima måles hvert 5. min (temp., %RH og CO2)
- Luftskifte i hver lejlighed styres ud fra aktuelle målinger af indeklima ift. lokalt vejr

Målt indeklima – eksempler fra maj 2022

Behovsstyret ventilation – Højstrupparken 41 – 43

Bygning: FAB Vent. styring Højstruppark... Adresse: Bystævnevej 41, 5200 Odense Areal: 1.177,6 m²

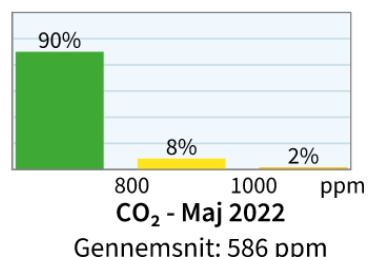
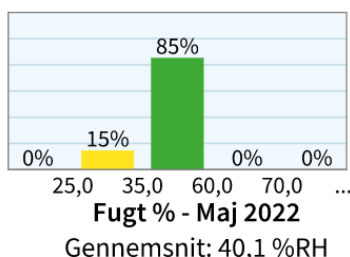
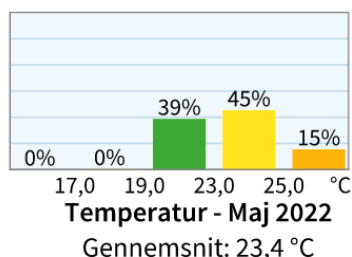
Indeklima



Balanceret ventilation – Højstrupparken 37 -39

Bygning: FAB Kontrolgruppe Højstruppar... Adresse: Bystævnevej 37, 5200 Odense Areal: 1.177,6 m²

Indeklima

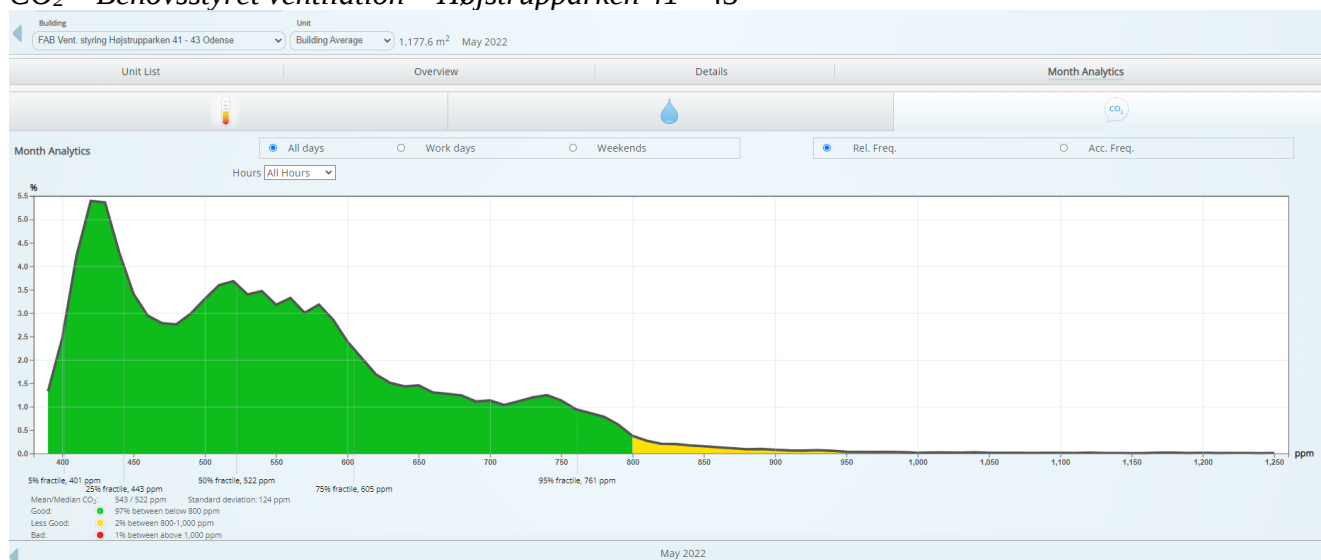


CO₂-koncentration

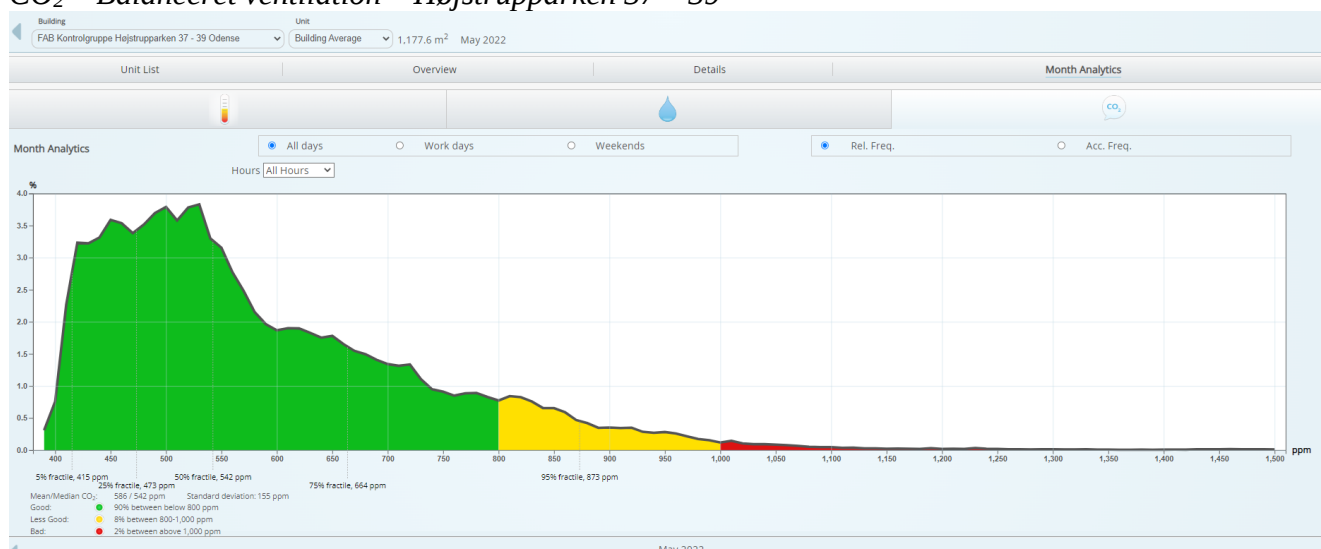
I den balancerede ventilationen er luftskiftet konstant og ens i alle lejligheder. Dette giver en højere andel gule og røde værdier, sammenlignet med den behovsstyrede, på trods af at sidstnævnte har et samlet markant mindre luftskifte. Dette ændrer dog ikke på at der i lejligheder med høj forurening er et højere luftskifte.

For den *behovsstyrede* ventilation er 2% af målingerne imellem 800 og 1.000 ppm og 0% over 1.000 ppm. For den balancerede ventilation er andelen målinger med høje CO₂-koncentrationer lidt højere, hhv. har en i maj måned mindre procentandel af målingerne som ligger over 1.000 ppm (orange) og mellem 800 og 1.000 ppm (gule). Her er andelen hhv. 8% og 2%.

CO₂ – Behovsstyret ventilation – Højstrupparken 41 - 43



CO₂ – Balanceret ventilation – Højstrupparken 37 – 39



Relativ fugt

Udfordringer med høj luftfugtighed opleves primært i sommerhalvåret, hvor udeluften er varme og fugtig. Som oversigtstabellerne viser er der ingen fugtproblemer i maj måned. Generelt har de to ventilationskoncepter ikke udfordringer med at holde luftfugtigheden nede.

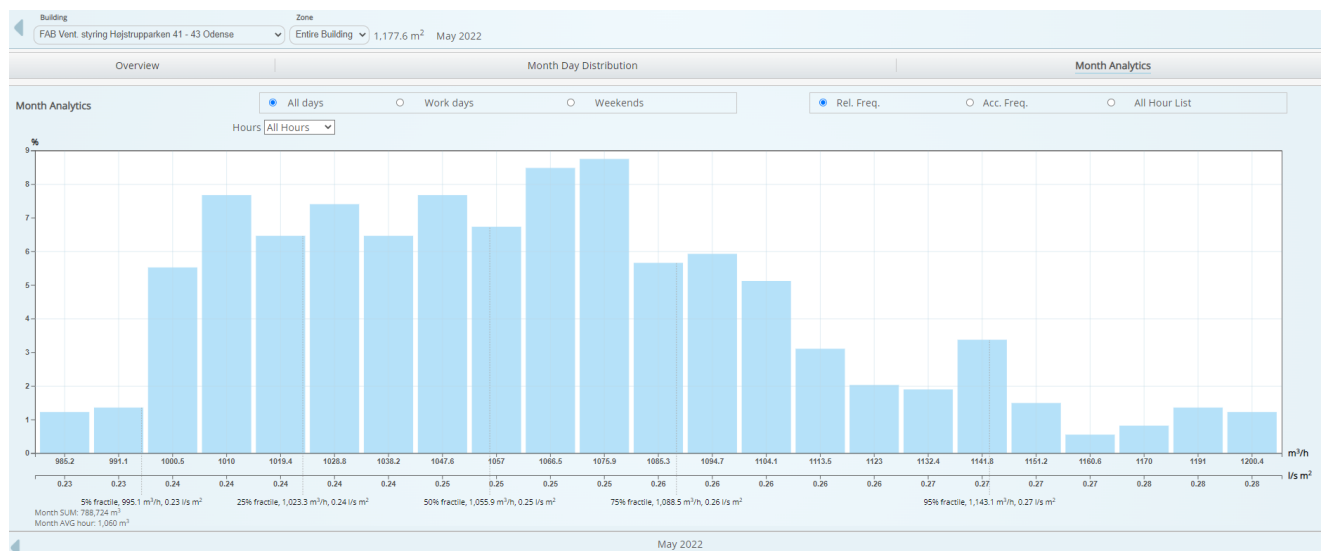
Temperatur

Temperatur i boligerne måles 1,2 m. over gulv. I hele perioden har temperaturen frem til begyndelsen af december har den målte temperatur været op til 0,5° højere i den balancerede ventilation. Fra årsskiftet har den målte temperatur nogenlunde ens, men i maj måned er temperaturen 0,3° højere i bygningen med balanceret ventilation.

I den behovsstyrede ventilation hentes kold frisk luft ind bagved radiatorer, ved vinduernes øverste del eller ved loft. Dette synes at give en mere ligelig temperaturfordeling luft vs. gulv, sammenholdt med balanceret ventilation, hvor forvarmet luft leveres tæt ved loft.

Luftmængder og entalphi – behovsstyret ventilation

Variationer i målt *samlet* luftskifte – relativ fordeling af månedens timemålinger. Bemærk den lave andel af luftskifte over 0,25 l/s m². Bemærk at de mindre lejligheder kan have et luftskifte på op til 0,45 l/s m² når styringen beder om maksimal udsugning i køkken og bad.



Ud fra indeklima målinger og lokale vejrdata (timeværdier) kan luftens samlede energiindhold – entalphi – inde og ude opgøres for hver time. I kombination oplysninger om faktisk målt luftskifte i hver time kan den samlede entalphi-tab – før evt. varmegenvinding – beregnes.

For den behovsstyrede ventilation *uden* varmegenvinding er entalphi-tabet 4,4 MWh i maj måned.

Overview	Month Day Distribution	Month Analytics
FAB Vent. styring Højstrupparken 41 - 43 Odense, Entire Building, 1,177.6 m ² , May 2022		
Air flow ventilation	788.724 m ³ /month	1,060 m ³ /h
Electricity Vent. system	66.8 kWh/month	89.8 Wh/h
Enthalpy Losses	3.286 MWh/month	4.4 kWh/h

Energibalance for ét års drift

Tabel viser varme- og elforbrug i bygning med hhv. behovsstyret og balanceret ventilation for et helt driftsår. Bemærk at vi her sammenligner behovsstyret ventilation *uden* varmegenvinding med balanceret ventilation *med* varmegenvinding.

Måned	Behovsstyret ventilation Højstrupparken 41 - 43				Balanceret ventilation Højstrupparken 37 - 39				Besparelse ved Behovsstyret ventilation	
	Rumvarme	El ventilation	Sum energi vægtet*	Sum energiudgift**	Rumvarme	El ventilation	Sum energi vægtet*	Sum energiudgift**	Sum energi vægtet*	Sum energiudgift**
August	1,076	0,044	0,998	938	1,79	0,136	1,779	1.750	0,782	812
September	2,6552	0,066	2,382	2.189	3,413	0,292	3,457	3.437	1,074	1.248
Oktober	8,139	0,0797	7,070	6.343	6,992	0,211	6,343	5.876	-0,726	-468
November	12,045	0,0613	10,355	9.218	10,641	0,204	9,432	8.593	-0,922	-625
December	17,807	0,0643	15,258	13.548	16,042	0,213	14,040	12.670	-1,218	-879
Januar	16,409	0,0728	14,086	12.525	14,551	0,214	12,775	11.555	-1,311	-970
Februar	14,1	0,0607	12,100	10.757	12,6	0,186	11,063	10.008	-1,037	-749
Marts	11,275	0,0657	9,709	8.653	9,141	0,202	8,154	7.462	-1,555	-1.192
April	7,746	0,0558	6,690	5.977	6,426	0,206	5,854	5.439	-0,836	-538
Maj	2,53	0,0668	2,277	2.098	2,192	0,211	2,264	2.276	-0,014	179
Juni	1,297	0,0644	1,225	1.166	2,241	0,205	2,294	2.296	1,070	1.130
Juli	1,023	0,0659	0,995	965	1,513	0,210	1,685	1.765	0,690	800
Årsum	96,102	0,767	83,144	74.378	87,542	2,490	79,141	73.125	-4,003	-1.253

* E-faktorer fra energimærke El:1,9 Fjernvarme 0,85

**Energipriser El: 3,00 kr./kWh Fjernvarme: 0,75 kr./kWh

For hele året giver den behovsstyrede ventilation - *uden* supplerende varmegenvinding - et merforbrug på 0,6 MWh pr. lejlighed og år. Omvendt er elforbruget til balanceret ventilation markant lavere. For et helt driftsår – uden supplerende varmegenvinding – stiger den samlede energiregning med kun 2%, eller 7 kr./lejlighed og måned.

Regneeksemplet illustrer indirekte hvor økonomisk *ineffektiv* traditionel varmegenvinding er, med fremføring af forvarmet luft de enkelte rum i en bygning. For en bygning med 15 lejligheder taler vi om en merinvestering på nogle hundrede tusinde kr. som for en ejendom med 15 lejligheder giver en samlet besparelse på energiregningen på kun 1,253 kr.

Supplerende varmegenvinding

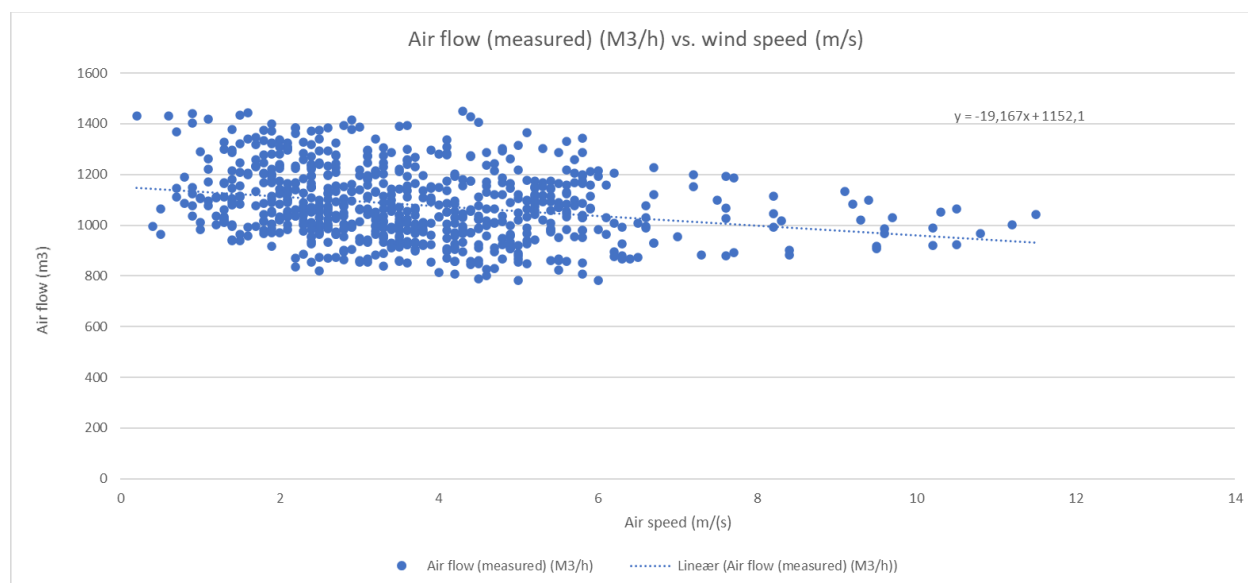
På trods af at behovsstyret ventilation kun har et marginalt større energiforbrug, handler konceptet om at det skal indeholde en eller anden form for supplerende varmegenvinding. Det kan, som nævnt i notat f.eks. ske ved produktion af varmt brugsvand eller centralvarme, eller opvarmning af trappeopgang, loftetage eller kældere, via almindelig varmeveksling.

Bilag

Luftskiftet under varierende vindforhold

Behovsstyret ventilation sikrer det nødvendige supplerende luftskifte som brugeren eller bygningen ikke håndterer via naturlig ventilation/infiltration. I timer med stærk vind forøges den naturlige ventilation som følge af utætheder i klimaskærm. Det betyder omvendt, at behovet for *mekanisk* ventilation – alt andet lige – er mindre i timer med stærk vind.

Dette forhold er illustreret i nedenstående figur – FAB, Højstrup Parken september 2021.



Lejligheder sorteret efter høj relativ fugt – 95% fraktiler

Behovsstyret ventilation

All Members of the Building 1,177.6 m² December 2021

Overview Details Month Analytics

Quick-report & list: ☐ High Temp. ☐ High %RH ☐ High CO₂

Floor area m ²	Temperature AVG	Humidity AVG ▾	CO ₂ AVG
80.4 m ²	21.3 °C	48.6 %RH	1,091 ppm
74.4 m ²	22.8 °C	45.6 %RH	819 ppm
69.4 m ²	20.5 °C	45.4 %RH	497 ppm
76.3 m ²	23.5 °C	44.1 %RH	845 ppm
74.4 m ²	23.3 °C	43.9 %RH	862 ppm
72.4 m ²	23.1 °C	41.8 %RH	846 ppm
80.4 m ²	22.8 °C	41.7 %RH	970 ppm
70.4 m ²	22.7 °C	41.6 %RH	976 ppm
80.4 m ²	24.2 °C	41.1 %RH	1,116 ppm
74.4 m ²	22.6 °C	40.9 %RH	629 ppm
131.3 m ²	21.5 °C	40.8 %RH	928 ppm
70.4 m ²	22.0 °C	40.7 %RH	776 ppm
76.3 m ²	24.2 °C	40.3 %RH	808 ppm
76.3 m ²	23.3 °C	39.9 %RH	729 ppm
70.4 m ²	24.2 °C	37.1 %RH	783 ppm

Balanceret ventilation

All Members of the Building ▾ 1,177.6 m² December 2021

Overview

Details

Month Analytics

Quick-report & list: ☐ High Temp. ☐ High %RH ☐ High CO₂

Floor area m ²	 Temperature AVG	 Humidity AVG ▾	 CO ₂ AVG
80.4 m ²	24.4 °C 	49.3 %RH 	857 ppm 
76.3 m ²	22.3 °C 	48.0 %RH 	1,746 ppm 
70.4 m ²	22.5 °C 	47.7 %RH 	1,072 ppm 
80.4 m ²	23.2 °C 	46.8 %RH 	770 ppm 
74.4 m ²	23.9 °C 	43.9 %RH 	707 ppm 
131.3 m ²	22.6 °C 	43.2 %RH 	1,017 ppm 
76.3 m ²	22.2 °C 	42.6 %RH 	558 ppm 
70.4 m ²	22.2 °C 	42.5 %RH 	892 ppm 
72.4 m ²	23.7 °C 	42.5 %RH 	1,158 ppm 
74.4 m ²	22.6 °C 	42.5 %RH 	932 ppm 
76.3 m ²	23.1 °C 	41.9 %RH 	936 ppm 
70.4 m ²	22.0 °C 	41.1 %RH 	573 ppm 
74.4 m ²	21.7 °C 	40.8 %RH 	626 ppm 
69.4 m ²	23.4 °C 	38.8 %RH 	684 ppm 
80.4 m ²	27.2 °C 	35.1 %RH 	954 ppm 

Online visning af styring

☒ Control Order — Airflow ☐ Measured Airflow

Floor area	Temperature	Humidity	CO ₂	Exhaust air
70.4 m ²	22.1 °C	42.8 %	510 ppm	7.2 l/s
70.4 m ²	22.1 °C	42.8 %	510 ppm	4.7 l/s
80.4 m ²	23.4 °C	39.4 %	932 ppm	20.0 l/s
80.4 m ²	23.4 °C	39.4 %	932 ppm	15.0 l/s
70.4 m ²	21.6 °C	43.0 %	421 ppm	7.2 l/s
70.4 m ²	21.6 °C	43.0 %	421 ppm	4.7 l/s
80.4 m ²	22.1 °C	46.1 %	595 ppm	7.3 l/s
80.4 m ²	22.1 °C	46.1 %	595 ppm	4.8 l/s
72.4 m ²	24.0 °C	39.6 %	456 ppm	7.2 l/s
72.4 m ²	24.0 °C	39.6 %	456 ppm	4.7 l/s
70.4 m ²	21.4 °C	41.3 %	807 ppm	20.0 l/s
70.4 m ²	21.4 °C	41.3 %	807 ppm	15.0 l/s
80.4 m ²	21.7 °C	44.3 %	760 ppm	20.0 l/s
80.4 m ²	21.7 °C	44.3 %	760 ppm	15.0 l/s
76.3 m ²	22.4 °C	43.8 %	636 ppm	7.2 l/s
76.3 m ²	22.4 °C	43.8 %	636 ppm	4.7 l/s

Dokumentation af luftmængde, elforbrug og entalphytab for hver time med baggrundsparemetre

Date	Weekday	Time	▼ Air flow (measured) m ³ /h	Energy & Enthalpy		Indoor Climate			Local Weather					
				Electricity Ventilation	Enthalpy Losses	Temperature	Humidity	CO ₂	Temperature	Humidity	Δ Humidity in/out	Direct sun power	Wind Speed	Wind Direction
				Wh/h	kWh/h	°C	%	ppm	°C	%	g/m ³	Wh/h m ²	m/s	
27.10	Wed	21:00-22:00	1,454.248	160.0	4.4	22.1	53.1	604	13.8	90.3	0.0	0.0	7.5	↖ SW 236.1°
7.10	Thu	20:00-21:00	1,453.096	154.8	8.5	22.7	49.7	646	11.4	79.6	2.0	0.0	1.4	↘ SE 153.7°
29.10	Fri	12:00-13:00	1,447.178	162.7	6.8	22.3	48.3	566	13.0	70.8	1.6	115.0	4.9	↑ S 186.2°
27.10	Wed	19:00-20:00	1,444.245	160.0	4.3	22.1	53.0	595	13.8	90.0	0.0	0.0	7.6	↖ SW 232°
27.10	Wed	20:00-21:00	1,437.397	170.0	4.2	22.1	53.2	619	13.9	90.1	-0.0	0.0	7.6	↖ SW 234°
27.10	Wed	22:00-23:00	1,436.686	160.0	4.6	22.2	52.8	594	13.6	89.7	0.2	0.0	7.6	↖ SW 233.7°
29.10	Fri	11:00-12:00	1,436.500	158.8	7.1	22.2	48.3	589	12.2	74.9	1.5	224.6	5.2	↑ S 187.1°
27.10	Wed	10:00-11:00	1,430.230	161.3	3.8	21.9	51.8	557	14.1	87.0	-0.1	0.1	8.5	↖ SW 234.9°
29.10	Fri	22:00-23:00	1,429.285	152.8	7.1	22.4	46.8	554	12.1	74.3	1.5	0.0	5.6	↑ S 180.2°
29.10	Fri	10:00-11:00	1,429.053	160.0	7.8	22.0	48.4	599	10.9	79.5	1.6	149.9	5.0	↑ S 189.2°
29.10	Fri	21:00-22:00	1,425.690	160.0	7.7	22.4	47.0	568	12.0	71.3	1.8	0.0	6.2	↑ S 177.7°
8.10	Fri	22:00-23:00	1,421.660	143.7	8.8	22.2	51.0	712	9.6	90.8	1.8	0.0	1.3	← E 90.3°
25.10	Mon	23:00-24:00	1,421.246	151.4	7.1	21.8	46.5	606	10.3	86.4	0.9	0.0	3.9	↑ S 192.2°
8.10	Fri	21:00-22:00	1,420.375	150.0	9.0	22.2	51.3	773	9.6	90.1	2.0	0.0	1.5	← E 103.7°
27.10	Wed	09:00-10:00	1,419.119	151.3	3.9	21.8	51.8	558	13.8	88.1	-0.1	0.1	7.9	↖ SW 239.7°
30.10	Sat	22:00-23:00	1,416.989	160.0	7.7	22.1	48.2	576	11.2	77.6	1.7	0.0	4.7	↑ S 180.9°
3.10	Sun	21:00-22:00	1,416.519	153.2	5.2	22.4	57.8	694	14.0	91.6	0.8	0.0	6.4	↖ SW 243.4°
26.10	Tue	20:00-21:00	1,414.627	158.6	6.4	21.9	47.9	612	10.5	94.5	0.5	0.0	3.7	↖ SW 207.7°
25.10	Mon	22:00-23:00	1,414.458	150.0	7.5	21.8	46.5	613	9.9	86.2	1.1	0.0	4.0	↖ SW 203.2°

Alle data kan udtrækkes som regneark/csv-fil.