

Forord

Denne rapport er finansieret af **Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrations Program (EUDP)** med følgende titel: "Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring", J. nr. 64011 – 0035 (EUDP 11 – 1).

Følgende firmaer har deltaget i projektet:

- Brabrand Boligforening
- Danklima A/S
- Dominus A/S
- Loopic ApS
- Thermex Scandinavia A/S
- Øland A/S
-
- Lokalenergi (faglig projektleder)
- Teknologisk Institut (administrativ leder)

Rapporten er opdelt i anbefaling, indledning og adskillige bilag.

Projektgruppen vil gerne takke beboerne i Harlev J for den store tålmodighed i forbindelse med 'før' målinger, etablering af nye emhætter, etablering af ny ventil i baderum, kontrolmålinger og 'efter' målinger.

December 2013

Lokalenergi Viby
Claus Götke

Teknologisk Institut Aarhus
Christian Drivsholm

Bilagsoversigt

1. Beskrivelse af boliger
2. Beboerbesvarelse i 'før' situation
3. Set – punkt for relativ luftfugtighed
4. Udvikling af emhætte
5. Design af emhætte
6. Brugervejledning til emhætte
7. Opsætning af emhætte
8. Lydmålinger af emhætte
9. Udvikling af fugtventil
10. Datablad for fugtventil
11. Generel beskrivelse af fugtsensor princip
12. Montering af fugtventil i baderum
13. Laboratorieforsøg med emhætte og fugtventil
14. Styringsstrategi til kanaltryk i hovedkanal
15. Luftmålinger i lejligheder
16. Centralmålinger på loft
17. Sammenhæng mellem effektoptaget for ventilatoren og luftmængden
18. Boligmålinger juni 2012 og juni 2013
19. Beboerkommentarer i 'efter' situation
20. Varme- og el besparelser
21. Studietur til Malmø
22. Generelle anbefalinger (Niels Schondel)
23. PR – Præsentation af projektet for København Kommune
24. Præsentation (23)
25. PR – Præsentation af projektet for Energiforum Danmark
26. Deltagerliste (25)
27. Præsentation (25)
28. Artikel til HVAC bladet
29. Svensk DCV reference
30. REHVA DCV reference

Anbefalinger

Projektets resultater kan allerede anvendes under det gældende bygningsreglement, da reglementet giver mulighed for behovsstyring. Resultaterne bør endvidere også give inspiration til de kommende bygningsreglementer med hensyn til muligheder og krav.

Det nuværende bygningsreglement BR2010

I BR2010 må ventilationsluftmængden ikke blive lavere end 0,3 liter/(s m²) gulvareal og boligen forudsættes lovmæssigt at være i brug i døgnet 24 timer eller 8760 timer pr. år. Herudover er der funktionsbaserede krav til udsugede luftmængder for køkken, baderum, bryggers og lignende rum.

I det danske bygningsreglement BR2010 står der følgende tekst:

Bestemmelse	Vejledning
I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der være en udelufttilførsel på mindst 0,3 l/s pr. m ² opvarmede etageareal. Køkkener skal forsynes med emhætte med udsugning over komfur.	Med BR 10 ændres arealberegningen fra det indvendige areal til etagearealet. Det indvendige areal er etagearealet med fradrag af arealet af ydervægge og skillevægge. Der er således ikke tale om, at kravet til udelufttilførsel mindskes. <i>Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning og afkast til det fri og have tilstrækkelig effektivitet til at opfange de luftformige forureninger fra madlavningen.</i>

Bestemmelse	Vejledning
I andre beboelsesbygninger end enfamiliehuse med naturlig ventilation kan der benyttes behovsstyret ventilation under forudsætning af at luftskiftet herved ikke bliver lavere end 0,3 l/s pr. m ² .	<i>Styring efter behovet vil i boliger normalt omfatte styring efter fugtforholdene.</i> Behovsstyring kan også f.eks. inkludere en manuelt betjent emhætte.

Bestemmelse	Vejledning
Herudover skal luftskiftet i køkken og, baderum, wc-rum, bryggers og lignende rum kunne forøges mindst til følgende: I køkken skal der kunne udsuges en volumenstrøm på 20 l/s og fra baderum og wc-rum skal der udsuges mindst 15 l/s. I særskilt wc-rum, bryggers og kælderrum udsuges en volumenstrøm på 10 l/s.	I en bolig på 65 m ² med 1 køkken og 1 bad/wc-rum skal ventilationen således kunne forøges til 0,54 l/s pr. m ² altså væsentligt mere end grundluftskiftet i stk.1 på 0,3 l/s pr. m ² . I en bolig på 110 m ² med 1 køkken og 2 bade/wc-rum skal ventilationen kunne forøges til en samlet ventilation på 0,45 l/s pr. m ² . Tilførsel af luft til køkken, bad, wc-rum og evt. bryggers: Åbning på mindst 100 cm ² mod adgangsrum. Desuden - hvis rummet er mod ydervæg - oplukket vindue, lem eller yderdør.

Omsættes kravene i BR2010 til luftmængder i afhængighed af boligens størrelse fås følgende sammenhænge:

Gulv areal [m ²]	0,3	1 køk.	1 køk.		1 køk.	1 køk.
	[liter/(s m ²)] [liter/s]	1 bad [liter/s]	2 bad [liter/s]		1 bad [liter/(s m ²)] [liter/(s m ²)]	2 bad [liter/(s m ²)] [liter/(s m ²)]
50	15	35	50		0,3	1,00
55	17	35	50		0,3	0,91
60	18	35	50		0,3	0,83
65	20	35	50		0,3	0,77
70	21	35	50		0,3	0,71
75	23	35	50		0,3	0,67
80	24	35	50		0,3	0,63
85	26	35	50		0,3	0,59
90	27	35	50		0,3	0,56
95	29	35	50		0,3	0,53
100	30	35	50		0,3	0,50
105	32	35	50		0,3	0,48
110	33	35	50		0,3	0,45
115	35	35	50		0,3	0,43
120	36	35	50		0,3	0,42
125	38	35	50		0,3	0,40
130	39	35	50		0,3	0,38
135	41	35	50		0,3	0,37
140	42	35	50		0,3	0,36
145	44	35	50		0,3	0,34
150	45	35	50		0,3	0,33
155	47	35	50		0,3	0,32
160	48	35	50		0,3	0,31

Det nuværende bygningsreglement BR2010 giver et "balancepunkt" ved omkring 115 m² gulvareal og ét bad, og over 160 m² og to baderum. Der er med andre ord store besparelspotentialer for små lejligheder og lejligheder med to badeværelser.

Det bør endvidere nævnes at små lejligheder ofte bebos af kun 1 til 2 personer med reduceret belastning til følge fx plejehjem.

Kommende bygningsreglementer BR2015 og BR2020

De fremtidige reglementer bør åbne op for mere vidtgående behovsstyringsstrategier end indeholdt i BR2010. Her tænkes først og fremmest på de situationer som:

- Tilstedeværelse i boligen med relativ lav person- og fugtbelastning i forhold til boligens gulvareal.
- Ingen tilstedeværelse i boligen i længere tid grundet arbejde, arrangementer, ferie m.m.

Specielt om vinteren, hvor udeluften har et lavt absolut vandindhold kan den relative luftfugtighed i boligen i de fleste tilfælde holdes på et acceptabelt niveau ved en lavere ventilationsmængde end 0,3 liter/(s m²) gulvareal. I flere aktuelle tilfælde har de funktionsbaserede krav resulteret i meget tør luft med gener til følge i form af tørre slimhinder og sprækker i trægulve.

I det svenske bygningsreglement: "Regelsamling för byggande, BBR", Boverket, 2012 står følgende tekst:

Ventilationssystem ska utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s per m² golvarea. Rum ska kunna ha kontinuerlig luftväxling när de används.

I bostadshus där ventilationen kan styras separat för varje bostad, får ventilationssystemet utformas med närvaro- och behovsstyrning av ventilationen. Dock får uteluftsflödet inte bli lägre än 0,10 l/s per m² golvarea då ingen vistas i bostaden och 0,35 l/s per m² golvarean då någon vistas där.

I DS/EN 15251: "Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik", 2007-06-22 er minimums værdien 0,05 - 0,10 liter/(s m²) nævnt for boliger i de tilfælde uden person tilstedeværelse.

I projektet har behovsventilationen kørt med følgende set-punkter for forcering:

- Relativ luftfugtighed > 55 %
- Lufttemperatur > 26 grader C

Totalluftmængden kunne variere fra godt 100 til 280 liter/s eller fra 36 til 100 % på et samlet boligareal på 652 m². Det giver en gennemsnitsvariation på 0,15 til 0,43 liter/(s m²).

Denne opsætning har ikke givet problemer for beboerne med hensyn til luftkvalitet. Ligeså har de mange målinger i de enkelte lejligheder ikke vist problematiske værdier for relativ luftfugtighed.

I projektet er udviklet en fugt- og temperaturstyret ventil med elektrisk motor, som kan køre ventilen i enten minimum- eller maksimum position. Der er endvidere mulighed for ekstern styring efter CO₂ koncentrationen. Ventilen kan anvendes i baderum (Ø100mm) eller integreret i emhætten (Ø125mm).

I projektet er der udviklet og designet en helt ny køkkenemhætte, som dels er testet i laboratoriet, dels i 8 lejligheder med godt resultat. Udgangspunktet var et krav om høj effektivitet, hvilket er lykkedes med en målt effektivitet på ca. 90 % ved en luftmængde på 20 liter/s.

Der bør stilles krav til køkkenemhætter om en minimumseffektivitet på 85 % ved en luftmængde på 20 liter/s. Nordtest metode NT VVS 088 kan fx bruges.

Belysningen bør være lavenergipærer med en Lux- og Candela værdi (er ikke undersøgt nærmere i dette projekt).

Lydniveau bør ikke være højere end 30 dB(A) målt 1 meter fra emhætte.

Emhætten bør være forsynet med fugt- og temperatursensor, som kan forcere luftmængden, hvis en angiven fugt- og/eller temperaturgrad er overskredet.

Indledning

Ventilationsprincippet og tilhørende lovgivning til eksisterende etagebyggerier er utidssvarende og energislugende. Ventilationsprincippet består i dag i overvejende grad af naturlig ventilation gennem aftrækskanaler (primært i byggerier opført før 1982) og med kontroludsugning i alle etageboligbyggerier opført efter 1982.

Der er til dato primært "kun" udviklet nye og energieffektive ventilatorer. Der er ikke sket en tilsvarende udvikling af øvrige komponenter så som kontrolventiler og emhætter.

Ventilationssystemer i etagebyggeri har generelt faste luftmængder pr. badeværelse, toilet og køkken uden hensyntagen til boligens størrelse, antal beboere og dermed benyttelsesgrad. Der tages ikke hensyn til boliger med lav og varierende belastning eller boliger hvor kravet til luftmængder medfører et luftskifte som langt overstiger lovgivningens krav på 0,5 gange pr. time. Dette medfører et unødigt højt ventilationsniveau med tilsvarende energispild (varme og el).

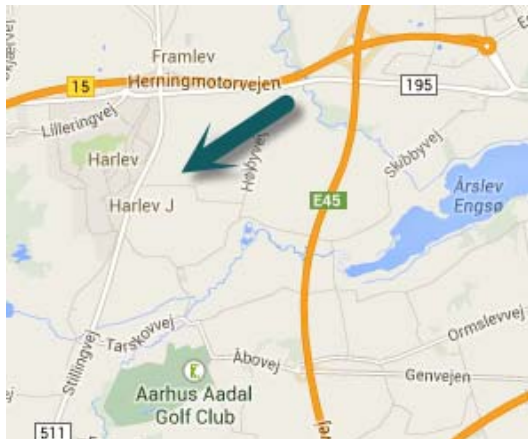
Tidligere undersøgelser har vist, at der er en besparelse på ca. 30 % på varme (685 GWh/år) og el (50 GWh/år) ved behovsstyring af kontroludsugningsanlæg i den eksisterende bygningsmasse for etageboliger. Omsat til kroner ligger det forventede besparelspotentiale på ca. 450 mill. kroner pr. år.

Det vil i princippet være muligt, at udnytte energien i udsugningsluften med en luft/væske varmepumpe, hvor energien kan bruges til forvarmning af fx varmt brugsvand eller varme. Denne systemløsning har dog aldrig slået igennem i Danmark. Det kan skyldes flere ting; men hænger nok primært sammen med den store udbredelse af fjernvarmeinstallationer i de større byer og selve investeringsniveauet til systemløsningen.

Ved at igangsætte et projekt med behovsstyret ventilation efter fugtbelastningen opnås erfaringer med robustheden af systemløsningen. Hvis der opnås gode resultater, kan systemløsningen efterfølgende rulles ud til et større antal boliger, som følges nøje over en længere periode. Herved fås stor statistisk sikkerhed for de kommende anbefalinger til BR2015 og BR2020.

Bilag 01. Beskrivelse af boliger

Byggeriet fra omkring 2003 ligger på Rødlundvej nummer 268 – 270, 8462 Harlev. Der er et stueplan og en 1. etage. Der er tale om et rækkehus byggeri med 8 boliger.



Oversigtsbillede fra Google Map.



Oversigtsbilleder fra Google Map.



Bygningsside der vender ud mod haver og parkeringsplads. Bemærk at afkasthætte sidder midt på taget.

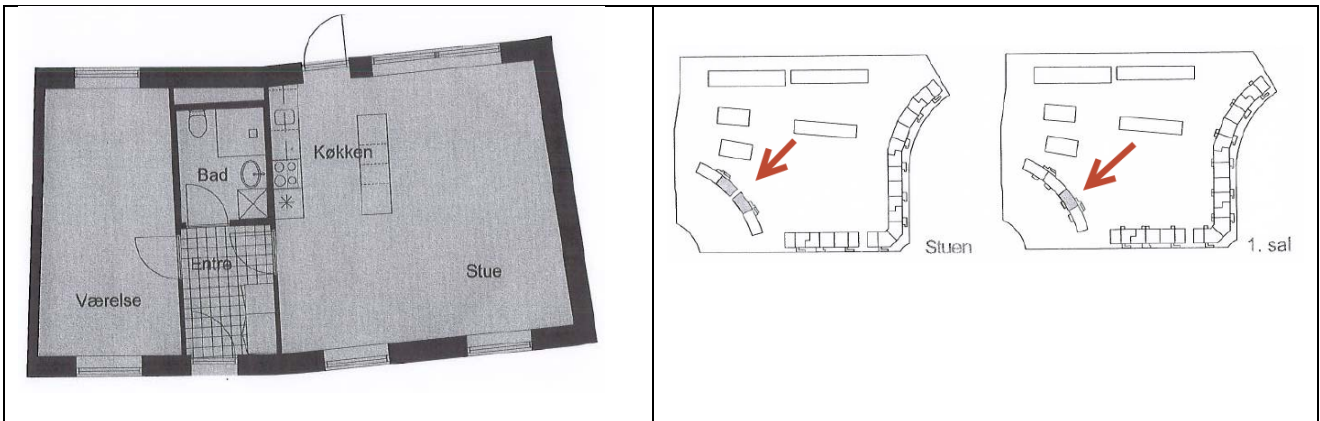


Bygningsside med indgang til boliger.

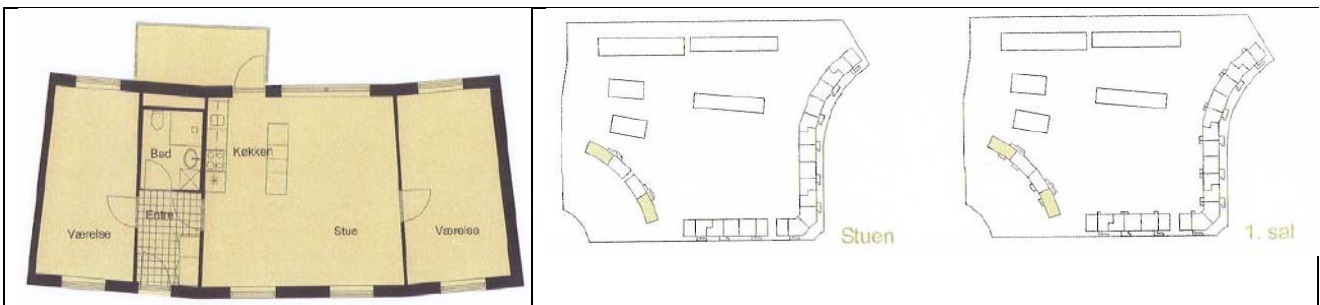


Adgang til loft.

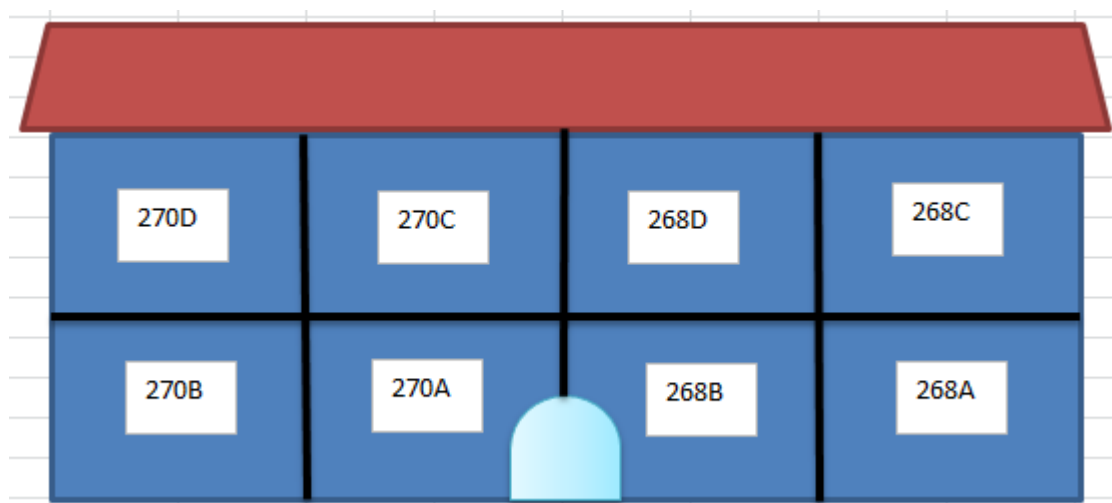
I bygningen er der to forskellige størrelse lejligheder:



To rums lejlighed og 71,9 m².



Tre rums lejlighed og 90,9 m².

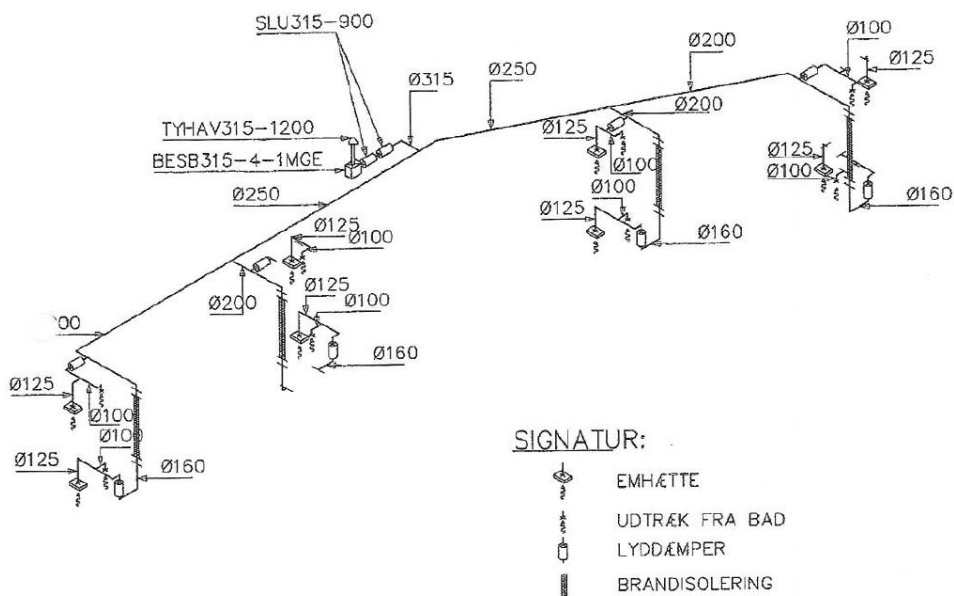


Bygningsside med indgang til boliger og bolignummerering.

Antal personer i hver lejlighed:

268A	2
268B	1
268C	3 - 4
268D	2
270A	1
270B	2
270C	1 - 2
270D	4

Ventilationen i de enkelte lejligheder frembringes med et fælles udsugningsanlæg placeret på loft, se principskitse.



Principdiagram over udsugningsanlæg placeret på loft.

Udsugningsventilatoren er en Exhausto BESB31541MGE (190335/03) med en frekvenstyret Grundfos motor MGE71B4 – 19FT100 – B (0339 1860).



Eksisterende emhætte med mulighed for forcering af luftmængde.



Kontrolventil i badeværelse. Bemærk at ventilen sidder på væggen og ikke i loftet.

Erstatningsluften tilføres lejligheden via udeluftriste i vinduerne.

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie et par Adresse RødLundvej 268 A

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1						
X 2	Jonna + Harald	89-76	X	X		X
3						
4						
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

- Meget tilfreds
X Tilfreds
Utilfreds
Meget utilfreds
Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

- X Ja
Nej, uddyb _____

3. Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?

- Ja
 Nej, uddyb
-
-

4. Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?

- Ja
 Nej, uddyb
-
-

5. Hvor ofte lufte I ud?

- Hver dag
 Hver 2. dag
 Et par gange om uge
 En gang om ugen
 Sjældent

6. På hvilke tidspunkter lufte I ud?

- Morgen
 Midt på dagen
 Aften
 Nat

7. Er der tørretumbler i lejligheden?

- Ja, skriv hvor ofte den er i brug hver 14. dag
 Nej

8. Hænger I tøj til tørre i lejligheden?

- Ja, skriv hvor ofte I gør det _____
 Nej

9. Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?

- Nej
 Ja, uddyb _____
-
-

10. Er der problemer med mug eller jordslåethed?

- Nej
 Ja, uddyb hvor og hvor meget
-
-

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. Hvor ofte laver I varm mad i familien?

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

- Morgen
- Formiddag
- Midt på dagen
- Eftermiddag
- X Aften
- Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1						
2	X				X	
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1						
X 2		X			X	
3						
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie Grithe Bruun Adresse Rødlundsvej 268. B. Hørlev.

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	GRETHE-BRUUN	80		X		X
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

Meget tilfreds

Tilfreds

Utilfreds

Meget utilfreds

Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja

Nej, uddyb det trækker ind i vinduer og Hævedør.

3. **Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb

4. **Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb

Siger ikke særlig godt.

5. **Hvor ofte lufte I ud?**

Hver dag
Hver 2. dag
Et par gange om uge
En gang om ugen
Sjældent

6. **På hvilke tidspunkter lufte I ud?**

Morgen
Midt på dagen
Aften
Nat

7. **Er der tørretumbler i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte den er i brug *bruges 1 gang om ugen.*
Nej

8. **Hænger I tøj til tørre i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte I gør det _____
Nej

9. **Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?**

Nej
Ja, uddyb _____

10. **Er der problemer med mug eller jordslåethed?**

Nej
Ja, uddyb hvor og hvor meget

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. **Hvor ofte laver I varm mad i familien?**

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Lokalenergi

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

- Morgen
- Formiddag
- Midt på dagen
- Eftermiddag
- Aften
- Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	<i>Grethe Bruun</i>			X		
2						
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1		X				
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie Sejr Adresse Rødlundvej 268 C

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	Jonathan	16	X			X
2	Jasmin	30		X		X
3	Joshua	1	X			X
4	John	54	X		X	
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

Meget tilfreds

Tilfreds

Utilfreds

Meget utilfreds

Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja

Nej, uddyb _____

3. Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?

Ja

Nej, uddyb

når vi laver mad, er det nødvendigt at åbne altan dør
pga. os

4. Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?

Ja

Nej, uddyb

Samme

5. Hvor ofte lufter I ud?

Hver dag

Hver 2. dag

Et par gange om uge

En gang om ugen

Sjældent

6. På hvilke tidspunkter lufter I ud?

Morgen

Midt på dagen

Aften

Nat

7. Er der tørretumbler i lejligheden?

Ja, skriv hvor ofte den er i brug 2 - 3 x ugentlig

Nej

8. Hænger I tøj til tørre i lejligheden?

Ja, skriv hvor ofte I gør det _____

Nej

9. Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?

Nej

Ja, uddyb _____

10. Er der problemer med mug eller jordslåethed?

Nej

Ja, uddyb hvor og hvor meget _____

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. Hvor ofte laver I varm mad i familien?

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

Morgen

Formiddag

Midt på dagen

Eftermiddag

Aften

Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1		<input checked="" type="checkbox"/>				
2						
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1		<input checked="" type="checkbox"/>				
2					<input checked="" type="checkbox"/>	
3					<input checked="" type="checkbox"/>	
4				<input checked="" type="checkbox"/>		
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie Ha Adresse Rødkindvej 268D

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	<i>Angelise</i>	<i>68</i>		<i>X</i>		<i>X</i>
2	<i>Villy</i>	<i>73</i>	<i>X</i>			<i>X</i>
3						
4						
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

Meget tilfreds

Tilfreds

Utilfreds

Meget utilfreds

Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja

Nej, uddyb Vanskeligt at reg. efter indeklima. og mange personer
Samt det brækkes ind ved dør og vinduer

3. **Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb _____

4. **Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb *Dit var nok selv at kunne styre emhætte*

5. **Hvor ofte luffer I ud?**

Hver dag
Hver 2. dag
Et par gange om uge
En gang om ugen
Sjældent

6. **På hvilke tidspunkter luffer I ud?**

Morgen
Midt på dagen
Aften
Nat

7. **Er der tørretumbler i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte den er i brug *2 gange månedlig i vinterhalvåret*
Nej

8. **Hænger I tøj til tørre i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte I gør det _____
Nej

9. **Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?**

Nej
Ja, uddyb _____

10. **Er der problemer med mug eller jordslåethed?**

Nej
Ja, uddyb hvor og hvor meget _____

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. **Hvor ofte laver I varm mad i familien?**

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

- Morgen
- Formiddag
- Midt på dagen
- Eftermiddag
- Aften
- Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	Villy		<input checked="" type="checkbox"/>			
2	Engelise		<input checked="" type="checkbox"/>			
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1	Villy	<input checked="" type="checkbox"/>				
2	Engelise	<input checked="" type="checkbox"/>				
3						
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie Abdulkadir Hassan Adresse Rødlyngvej 270 A

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	Abdulkadir		X		X	
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) Nej

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

Meget tilfreds

Tilfreds

Utilfreds

Meget utilfreds

Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja

Nej, uddyb _____

3. **Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb _____

4. **Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?**

Ja
Nej, uddyb _____

5. **Hvor ofte luffer I ud?**

Hver dag
Hver 2. dag
Et par gange om uge
En gang om ugen
Sjældent

6. **På hvilke tidspunkter luffer I ud?**

Morgen
Midt på dagen
Aften
Nat

7. **Er der tørretumbler i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte den er i brug _____
Nej

8. **Hænger I tøj til tørre i lejligheden?**

Ja, skriv hvor ofte I gør det _____
Nej

9. **Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?**

Nej
Ja, uddyb _____

10. **Er der problemer med mug eller jordslåethed?**

Nej
Ja, uddyb hvor og hvor meget _____

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. **Hvor ofte laver I varm mad i familien?**

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

- Morgen
- Formiddag
- Midt på dagen
- Eftermiddag
- Aften
- Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	Abdul Kadir Hassan				<input checked="" type="checkbox"/>	
2						
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1					<input checked="" type="checkbox"/>	
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie DØSSING Adresse Rødmandvej 270 B

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	Rosa Døssing	67		X		X
2	Kurt Døssing	70	X		X	
3						
4						
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej
 Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) AKVARIUM m/fisk ca. 80 liter

Spørgsmål vedr. indeklimate

1. Hvor tilfredse er I med indeklimate i lejligheden?

Meget tilfreds
 Tilfreds
Utilfreds
Meget utilfreds
Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja
Nej, uddyb _____

3. Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?

- Ja
Nej, uddyb _____

4. Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?

- Ja
 Nej, uddyb *dårlig syg*

5. Hvor ofte luffer I ud?

- Hver dag
 Hver 2. dag
Et par gange om uge
En gang om ugen
Sjældent

6. På hvilke tidspunkter luffer I ud?

- Morgen
 Midt på dagen
Aften
 Nat

7. Er der tørretumbler i lejligheden?

- Ja, skriv hvor ofte den er i brug _____
 Nej

8. Hænger I tøj til tørre i lejligheden?

- Ja, skriv hvor ofte I gør det *1 gang om ugen*
Nej _____

9. Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?

- Nej
Ja, uddyb _____

10. Er der problemer med mug eller jordslåethed?

- Nej
Ja, uddyb hvor og hvor meget

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. Hvor ofte laver I varm mad i familien?

Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

- Morgen
- Formiddag
- Midt på dagen
- Eftermiddag
- Aften
- Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	Rosa Døssing		X			
2	Kurt Døssing		X			
3						
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1	Rosa Døssing	X				
2	Kurt Døssing	X				
3						
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie Røddundvej Adresse 270 C

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	Jens Petersgaard	42	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

Meget tilfreds

Tilfreds

Utilfreds

Meget utilfreds

Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

Ja

Nej, uddyb _____

3. **Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?**

- Ja
 Nej, uddyb

4. **Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?**

- Ja
 Nej, uddyb

gerne mere sug i emhætte når der laves mad.

5. **Hvor ofte lufte I ud?**

- Hver dag
 Hver 2. dag
 Et par gange om uge
 En gang om ugen
 Sjældent

6. **På hvilke tidspunkter lufte I ud?**

- Morgen
 Midt på dagen
 Aften
 Nat

7. **Er der tørretumbler i lejligheden?**

- Ja, skriv hvor ofte den er i brug _____
 Nej

8. **Hænger I tøj til tørre i lejligheden?**

- Ja, skriv hvor ofte I gør det _____ *når det er for tørt på altanen*
 Nej

9. **Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?**

- Nej
 Ja, uddyb _____

10. **Er der problemer med mug eller jordslåethed?**

- Nej
 Ja, uddyb hvor og hvor meget _____

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. **Hvor ofte laver I varm mad i familien?**

- Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent

12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

Morgen

Formiddag

Midt på dagen

Eftermiddag

Aften

Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	Jens Petersgaard			weekend.		
2	OSKAR				weekend	1/2 dag
3	AMALIE					11
4						
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1	JENS	X		X		
2	OSKAR		X			
3	AMALIE		X			
4						
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Til beboerne
Vedr. Forsøg med ny fugtstyret ventilation

Spørgeskema om indeklima

Alle besvarelser behandles fuldt fortroligt og kun i forbindelse med dette forskningsprojekt til afdækning af fugt og ventilation i lejligheden. I rapporten vil besvarelserne blive anonymiseret. Har I spørgsmål til projektet eller besvarelse af spørgsmålene kan du kontakte undertegnede.

Familie MOLLER Adresse RØDLUNDVEJ 270B

Fakta om beboerne i lejligheden

Beboer	Navn	Alder	Køn		Ryger	
		År	M	K	Ja	Nej
1	DORTE	43		X		X
2	SOFIE	15		X		X
3	TOBIAS	10	X			X
4	CELINE	8		X		X
5						
6						
7						

Hvad er husstandens samlede bruttoindtægt: (Sæt ét kryds)

Under 100.000 kr. 100-199.000 kr. 200-299.000 kr. 300-399.000 kr.
400-499.000 kr. 500-599.000 kr. 600-699.000 kr. 700.000 kr. og mere

Er der kæledyr i lejligheden?

Nej

Ja, hvilke (f.eks. akvarium med fisk, hund o.l.) _____

Spørgsmål vedr. indeklimaet

1. Hvor tilfredse er I med indeklimaet i lejligheden?

- Meget tilfreds
 Tilfreds
Utilfreds
Meget utilfreds
Ved ikke / uddyb evt. _____

2. Synes I, at temperaturen generelt er behagelig/komfortabel i lejligheden?

- Ja
Nej, uddyb _____

3. **Fungerer friskluftsventiler og aftræk tilfredsstillende?**

- Ja
 Nej, uddyb
-
-

4. **Fungerer ventilationsanlæg/emhætte tilfredsstillende?**

- Ja
 Nej, uddyb
-
-

5. **Hvor ofte luffer I ud?**

- Hver dag
 Hver 2. dag
 Et par gange om uge
 En gang om ugen
 Sjældent

6. **På hvilke tidspunkter luffer I ud?**

- Morgen
 Midt på dagen
 Aften
 Nat

7. **Er der tørretumbler i lejligheden?**

- Ja, skriv hvor ofte den er i brug HVER ANDEN DAG
Nej

8. **Hænger I tøj til tørre i lejligheden?**

- Ja, skriv hvor ofte I gør det 2 GANGE OM UGEN
Nej

9. **Har nogle af beboerne helbredsmæssige gener på baggrund af indeklimaet f.eks. allergi?**

- Nej
Ja, uddyb _____
-
-

10. **Er der problemer med mug eller jordslæthed?**

- Nej
Ja, uddyb hvor og hvor meget
-
-

Spørgsmål vedrørende brug af køkkenet

11. **Hvor ofte laver I varm mad i familien?**

- Hver dag Hver 2. dag Et par gange om uge En gang om ugen Sjældent



12. På hvilke tidspunkter på døgnet laver I varm mad?

Morgen

Formiddag

Midt på dagen

Eftermiddag

Aften

Nat

Spørgsmål vedrørende brug af badeværelset

13. Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvor ofte går beboerne i bad i hjemmet?				
		Hver dag	Hver 2. dag	2 gange/uge	1 gang/uge	Andet
1	DORTE	X				
2	SOFIE			X		
3	TOBIAS			X		
4	CELINE			X		
5						
6						
7						

14. Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?

Beboer	Navn	Hvornår på døgnet går beboerne i bad i hjemmet?				
		Morgen	Middag	Eftermiddag	Aften	Nat
1	DORTE	X				
2	SOFIE			X		
3	TOBIAS			X		
4	CELINE			X		
5						
6						
7						

Tak for jeres besvarelse

Med venlig hilsen

På vegne af forskergruppen/
Michael Bach-Holck
Energi og Miljørådgiver i Lokalenergi
Tlf. 70227742

Bilag 03 Set – punkt for relativ luftfugtighed

Normalt vil der opleves få problemer, når den relative luftfugtighed holdes mellem 30 % og 70 % under antagelse af, at kondensering ikke finder sted^{1}

Om vinteren, hvor der typisk er stor forskel mellem inde- og udeluftens fugtindhold, kan rumluftens fugtindhold reduceres med ventilation, mens det er vanskeligere i overgangsperioderne forår og efterår. Udeluftbehovet for nedbringelse af rumluftens fugtighed fra et givet niveau er således mindre om vinteren end i overgangsperioderne. Om sommeren, hvor boligens døre og vinduer ofte er åbne både hyppigt og i længere perioder, vil rumluftens fugtindhold være på niveau med udeluftens.

Områder med høj fugtighed kan rumme betingelser for svampevækst, der kan fremkalde lugtgener og allergitilfælde. Svampesporer og husstøvmider kan forårsage allergiske symptomer hos overfølsomme personer. Husstøvmider forekommer især i boliger, hvor rumluftens vanddampindhold er højere end ca. 7 gram vand pr. tør kg luft. 7 gram vand pr. kg tør luft svarer til ca. 45 % relativ fugtighed ved 20 – 22 grader C. Det anbefales derfor, at rumluftens relative fugtighed holdes under ca. 65 % for at hæmme svampevækst og under ca. 45 % i en længere periode i den koldeste tid for at bekæmpe husstøvmider^{2}

Tabel B.1 – Typisk fugttilførsel samt udeluftbehov i boliger med forsk. belastning, DS/CEN/TR 14788:2006

Personbelastning (familiestørrelse)	Typisk fugttilførsel, evt. en familie med børn [kg vand pr. døgn]	Udeluftbehov ^{a)} [l/s]
1 person	6	16
2 personer	8	22
3 personer	9	25
4 personer	10	27
5 personer	11	30
6 personer	12	33

^{a)} Boligens volumen, V , er sat til 250 m³. Der er forudsat et fugtoverskud på 3,5 g vand per kg luft, og der er benyttet personbelastning samt fugttilskud som angivet i tabellen. Tabellen forudsætter en ligevægtstilstand.

I SBI anvisning 230 står der blandt andet følgende:

Påvirkningerne i en bolig og i de enkelte rum er meget afhængig af boligens beboere. I nogle boliger kan persontætheden i enkelte rum, fx soverum, være 1 person pr. 5 m² (ca. 12 m³), mens der i store boliger med åbne rum kan være personer, der har op til 100 m² (250 m³) til rådighed. Det giver meget varierende indeklimaforhold og store forskelle på, i hvilken udstrækning beboerne selv må tænke på at regulere ventilationen.

I boliger er ventilationens primære formål at kontrollere fugtniveauet. Indeluften tilføres fugt fra personer og fra personernes aktiviteter, fx badning, madlavning, tøjvask og -tørring. Fugttilførslen fra personer og aktiviteter er typisk ca. 2,5 kg vand pr. døgn pr. person. Indeluftens fugtighed skal begrænses for at forhindre kondensation på bygningsdele. Det kan både føre til skader og nedbrydning af byggematerialer og fremme betingelser for svampevækst. Et fugttilskud på

maksimalt 3,5 gram vand pr. kg luft giver normalt ikke problemer. For uddybende information på området henvises til [SBI-rapport 161, Boligventilationssystemer](#) (Olufsen, 1984). Med ovennævnte gennemsnitlige fugttilførsel pr. person medfører det et behov for udelufttilførsel på ca. 7 l/s pr. person. I gennemsnitlige boligstørrelser med gennemsnitlig persontæthed svarer dette til ca. 0,35 l/s pr. m² indvendigt areal, som modsvarer 0,3 l/s pr. m² etageareal.

En udelufttilførsel på 0,3 l/s pr. m² etageareal svarer til et luftskifte på 0,5 gange pr. time i rum med en normal rumhøjde på 2,5 meter. I rum med større rumhøjde vil kravet medføre et luftskifte, som er lidt mindre end 0,5 gange pr. time. Det er acceptabelt på grund af det lidt større volumen, der er til rådighed. Tilsvarende kan det være hensigtsmæssigt, at luftskiftet er lidt større end 0,5 gange pr. time i lavloftede rum.

I små boliger, fx ungdomsboliger og ældreboliger, hvor persontæthed og fugttilførsel både kan være over og under gennemsnittet, bør ventilationsbehovet og udelufttilførsels størrelse overvejes^{5}

For høj rumtemperatur skal primært imødegås ved brug af solafskærmning og afskygning ved reduktion af interne varmebelastninger samt ved frikøling. I nyt byggeri kombineres det med fx hensigtsmæssig udformning af bygning og vinduer samt anvendelse af tunge materialer.

Mekanisk køling installeres kun, hvis ikke det på anden måde er muligt at reducere rumtemperaturen, så den ikke overskrider 26 grader C mere end 100 timer og mere end 27 grader C inden for brugstiden i et normalår (DRY)^{3}

”Residential buildings: In residential building, ‘unoccupied periods’ means mainly periods when there is no demand- A minimum ventilation rate between 0,05 to 0,1 liter/(s m²) during unoccupied hours is recommended if no value is given at national level”^{4}

I dette projekt er der valgt følgende set-punkter for relativ luftfugtighed og lufttemperatur:

RF% {45, **55**, 60, 65}

T°C {off, 22, 24, **26**}

Det gælder både for kontroludsug i badeværelset og emhætteudsug. Ventilen kan generelt kun køre i to positioner: Minimum- og maksimumposition.

Det vil være muligt, at programmere ventilen til andre set- punkter end de ovenfor listede muligheder.

Hvis set-punkt for den relative luftfugtighed sættes for lavt, vil ventilationen køre i længere periode på maksimum og energibesparelsen vil blive mindre. Ligeså hvis set-punktet for den relative luftfugtighed sættes for højt opnås stor energibesparelse; men risikoen for kondensproblemer øges.

Om sommeren vil den relative luftfugtighed ofte være højere end 55 % også vil ventilationen køre op på maksimum; men i denne periode er opvarmningsanlægget ofte frakoblet og der er således kun et forøget elforbrug.

Det har ikke været muligt, at udtænke en strategi, som dynamisk tager hensyn til udeklimaets variation henover året.

Studieturen til Malmø i Sverige viste et boligbyggeri, hvor strategien var den samme som i dette projekt. Her blev udeluftventilers åbningsgrad styret af den relative luftfugtighed.

{1} DS/CEN/CR 1752 (2001-08-22): "Ventilation i bygninger – Projekteringskriterier for indeklimaet".

{2} DS 447 (2013-02-07): "Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer".

{3} DS 469 (2013-02-06): "Varme- og køleanlæg i bygninger".

{4} DS/EN 15251 (2007-06-22): "Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik"

{5} SBI – anvisning 230: "Anvisning om Bygningsreglement 2010", 2010.



Bilag 04 Udvikling af emhætte

Udvikling af emhætte med høj udsugningseffektivitet og flot design

Rikard Zetterlund

LOOPIC

Hans Olsen og
Christian Drivsholm
Energi og Klima
Energieffektivisering
og Ventilation

25. januar 2012
ho/hk

UDFORMNING AF EMHÆTTE

BAGGRUND

Målsætning i projektet er at udvikle et nyt design for køkkenemhætten, der kan opfange em mv. med en udsugningseffektivitet på mindst 90 % ved en udsuget luftmængde på 20 l/s ~ 72 m³/h.

Emhætten skal kunne reducere luftmængden når der ikke er brug for den maksimale luftmængde. For at kunne kontrollere og studere forskellige parametre er forsøgene udført i et køkkenlaboratorium.

PROBLEMANALYSE

En køkkenemhættes opgave er at fjerne forureninger, såsom fedt, damp og varme. Varme afgives som konvektiv- og strålevarme, bort set fra den varme som optages af maden. Ved lave temperaturer er konvektion og stråling af samme størrelse.

Ved høje temperaturer over ca. 100 °C domineres varmespredningen af stråling. Forureningen følger hovedsageligt konvektionen fra varmekilden.

En emhætte skal primært opfange den opadgående konvektionsvarme og forureninger, og kan i mindre grad opfange strålevarmen.

Emhætter inddeles i volumenemhætte og indfangningsemhætte:

- Volumenemhætte modtager forureninger og konvektionsvarme inde i hættens volumen, hvor udsugningsluften overskrider konvektionsstrømmen.
- Indfangningsemhætten opfanger forureningen og konvektionsvarmen ved at lufthastigheden er tilstrækkelig høj ved udsugningsåbningen. Ved tilstrækkelig høj lufthastighed menes at lufthastigheden er højere end hastigheden fra den konvektive luftstrøm og evt. strømninger.

De emhætter der leveres /produceres i dag er indfangningsemhætter, der udføres som plane emhætter, hvilket har vanskeligheder med at udsuge de konvektive luftstrømme fra et komfur, da indfangningshastigheden og dermed den udsugede luftmængde skal være større end de 72 m³/h, se de efterfølgende fotos:



Her er vist tre forskellige kommercielle emhætter. Læg mærke til hvor "flade" de er i bunden. Gribeevnen eller udsugningseffektiviteten er ikke særlig god. Der kompenseres ved at forøge (forcere) luftmængden fx op til 40 liter/s. Selvstændige emhætter kan forceres til over 100 liter/s!

PLACERING

Placering af en emhætte har en stor betydning for dens funktion, der skelnes mellem en frit hængende og en vægplaceret.

En frit hængende er meget følsom for luftstrømninger i lokalet. Ved anvendelse af en emhætte, der dækker hele komfuret og er monteret i lav højde vil altid forbedre udsugningseffektiviteten.

UDSUGNINGSEFFEKTIVITET

De udviklede og de konventionelle emhætter er testet og studeret, dels ved røgforsøg der visuelt viser spredningen af forureningen, samt konvektionsstrømmenes bevægelse.

Røgforsøg giver et hurtigt billede af om den udsugede luftmængde er tilstrækkelig eller om udformningen er optimal, hvilket giver sig udslag i at røgen kommer ud i køkkenet. Det er dog vanskelig at vurdere hvor effektiv emhætten er med røgforsøg, derfor benyttes en sporgasmetode, hvor der installeres en spreder af sporgas som giver et mere målbart resultat.

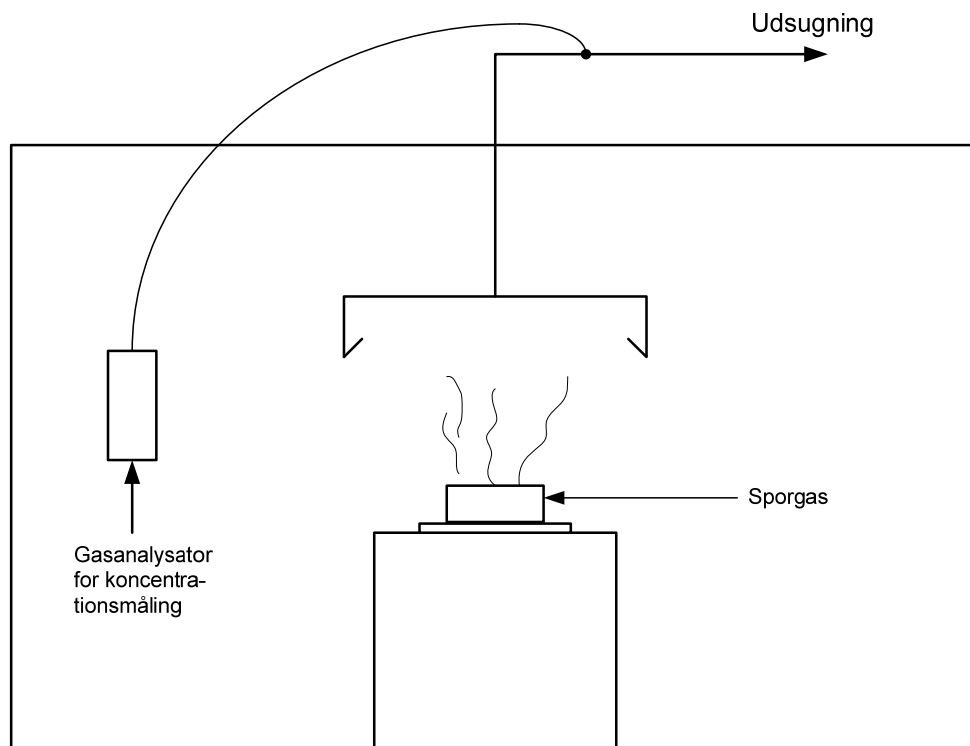
Metoden bygger på, at der via en gasspreder, placeret på en kogeplade centralt under emhætten. Kogepladen tilføres en effekt der giver en overfladetemperatur på gassprederen på ca. 110 °. Gassprederen tilføres et konstant flow og koncentration. Ved at måle sporgaskoncentrationen i udsugningskanalen i udsugningskanalen som funktion af tiden kan man bestemme udsugningseffektiviteten:

$$\eta = \frac{c_{\text{med}}}{c_{\text{max}}}$$

C_{max} er en middelværdimåling af 100 % opfangning af koncentrationen og flow.

C_{med} er middelværdien af måling fra gassprederen placeret på kogepladen.

Effektivitetsmålingen beskriver hvor stor en andel af den tilførte gas som opfanges.



Principtegning af prøvning

Se fx nordtest method NT VVS 008: "Large scale kitchen range hoods- hood efficiency and pressure drop".

RESULTATER

Resultater af de testede emhætter er opdelt i to afsnit som er Thermex emhætter og ny design.

THERMEX EMHÆTTER

Emhætte type TFP 580

Udsugningseffektivitet = 60 %



Foto af type TFP 580

Emhætte type TFP 580 med 100 mm emfang og 35 mm reflektorkant. Udsugningseffektivitet målt til 78 %.



Foto af type TFP 580 med emfang.

Emhætte type TFP 580 med 170 mm emfang og 25 mm reflektorkant. Udsugningseffektivitet < 90 %.



Foto af type TGP 580 med 170 mm emfang.

Emhætte type Luna vægmodel. Udsugningseffektivitet 67 %

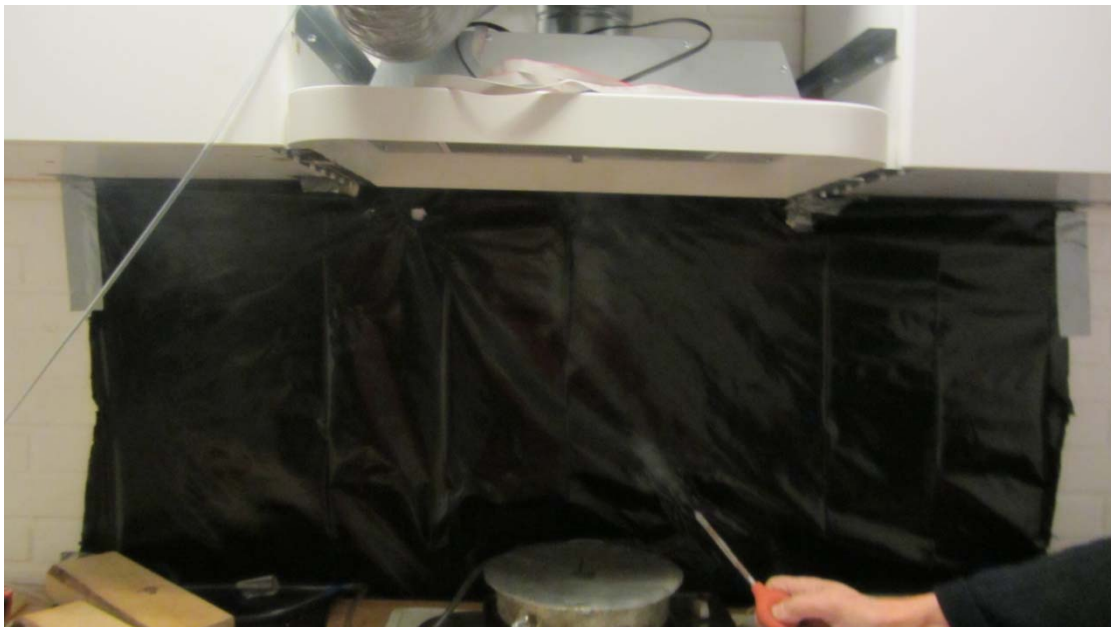


Foto af type Luna vægmodel.

Emhætte type Luna vægmodel med 100 mm emfang og 25 mm reflektor. Udsugningseffektivitet 87 %.

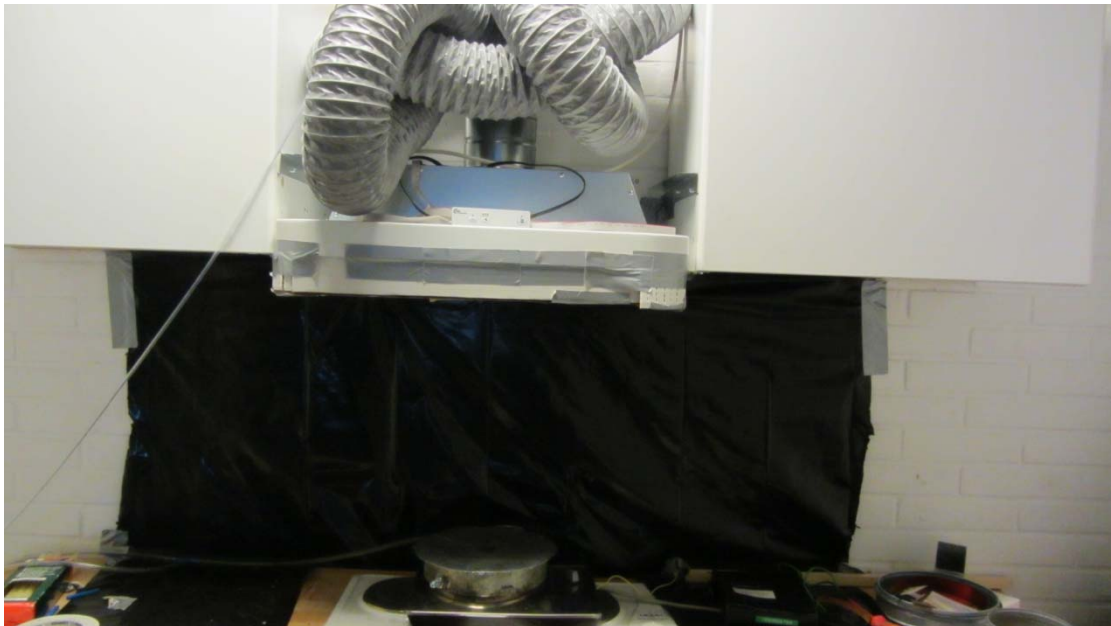
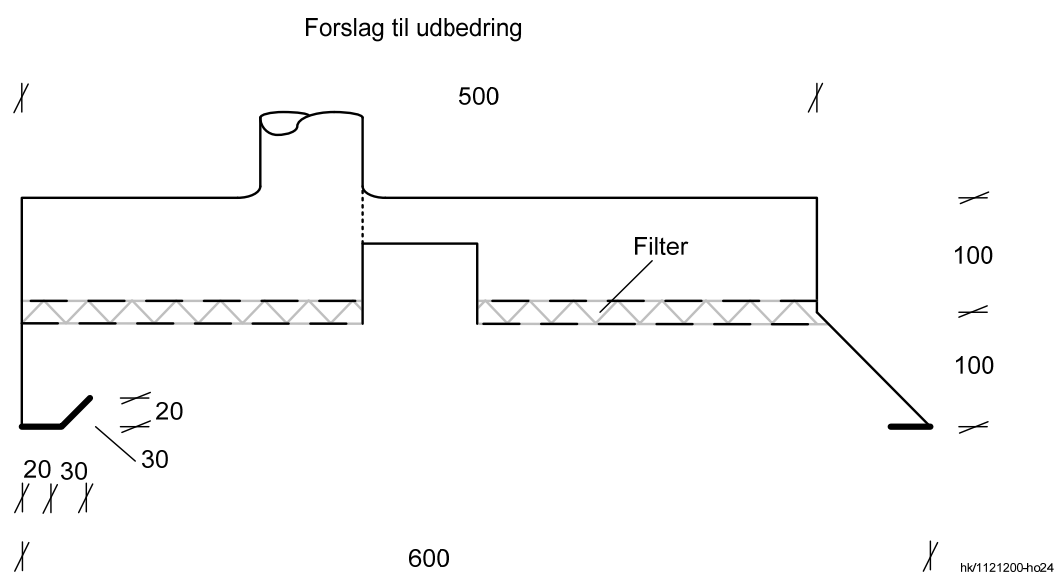


Foto af type Luna vægmodel 100 mm emfang.

KONKLUSION

Som det fremgår af måleresultaterne må det forventes at de to typer af emhætter ikke kan klare en udsugningseffektivitet $< 90\%$. Ved at etablere et større emfang med reflektorkant, vil der kunne opnås en emhætte der kan opfylde det krav på en udsugningseffektivitet på over 90% .



Eksempel på volumen emhætte med en effektivitet på over 90% .

NYT DESIGN

Design 1

Det nye design bygger på opfangningsprincippet (gribepincippet), hvor der etableres et spalteudsug på 12 mm, hvor oversiden danner den ene flangeside og den anden flange er en cirkulær indsats for lys mv. Højden af hætte er i forsøg 1 70 mm og 100 mm i forsøg 2.

Udsugningseffektiviteten blev målt mindre end 65 %.





De 3 foto viser emhætternes design.

Design 2

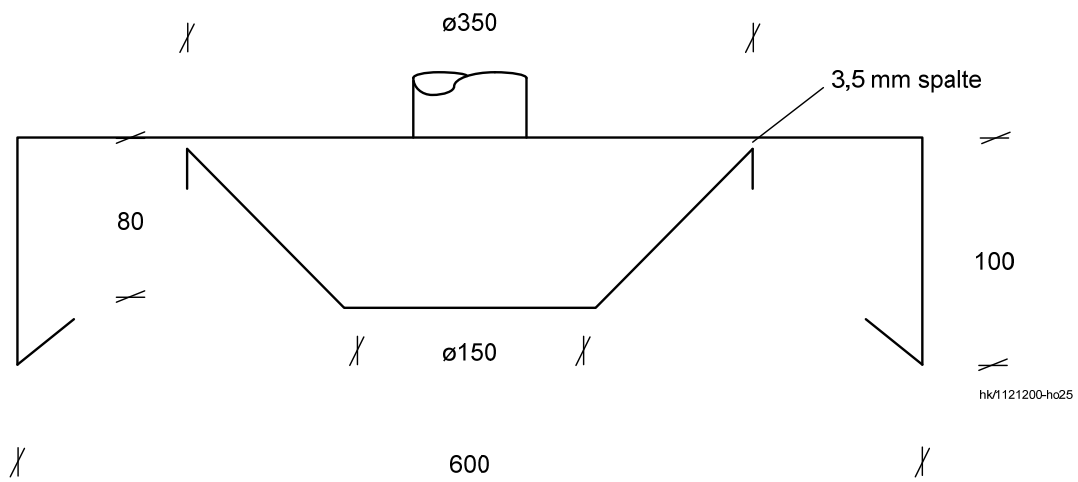


Foto viser papmodel

Udsugningseffektivitet blev målt til 85 %

Design 3

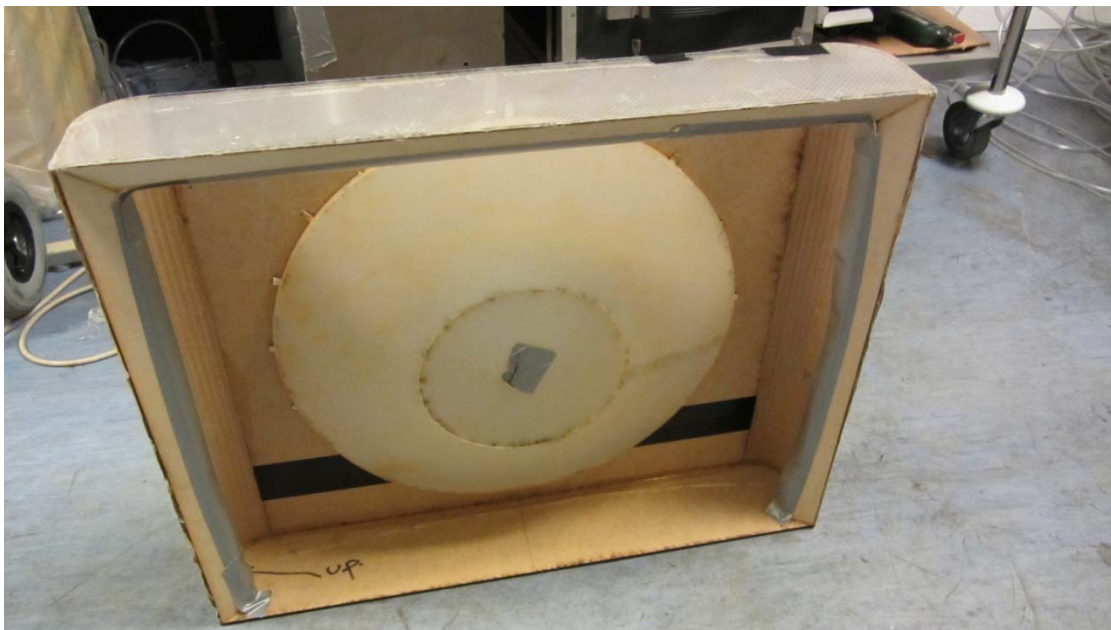
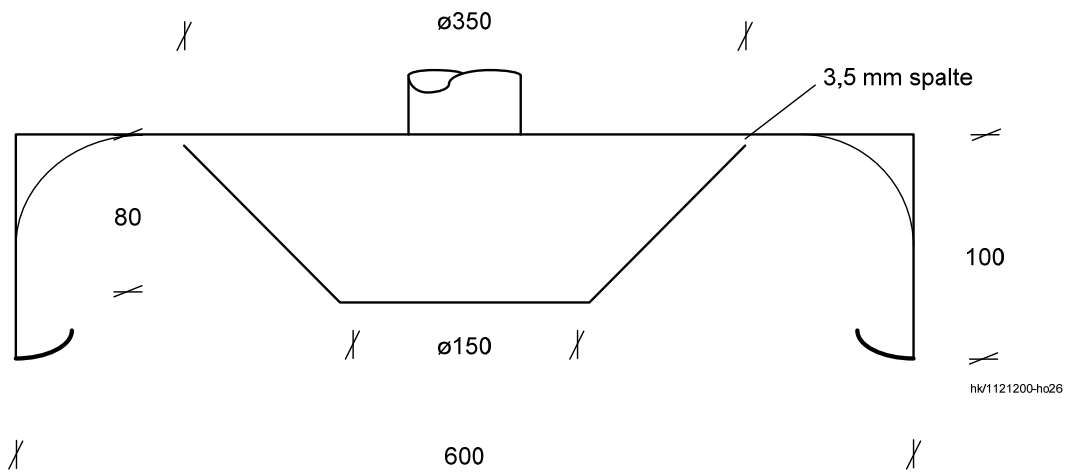
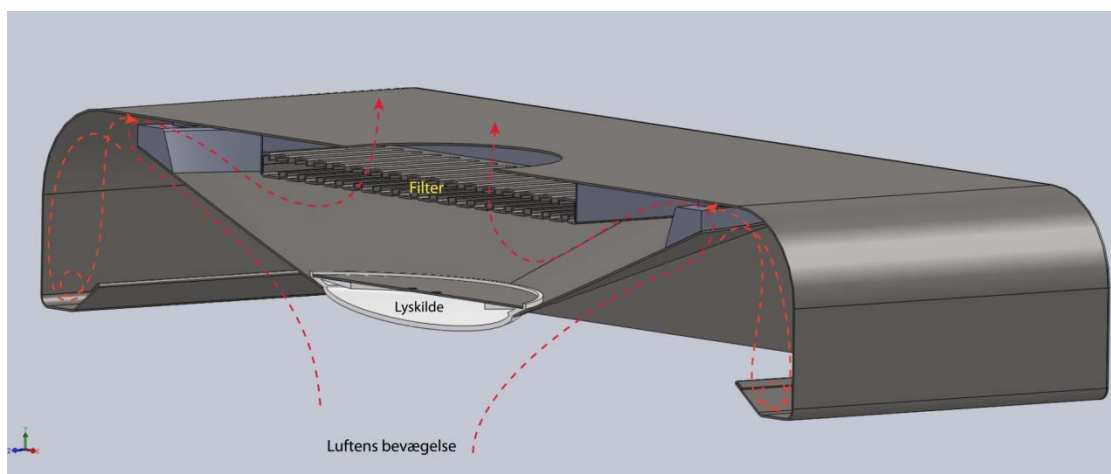
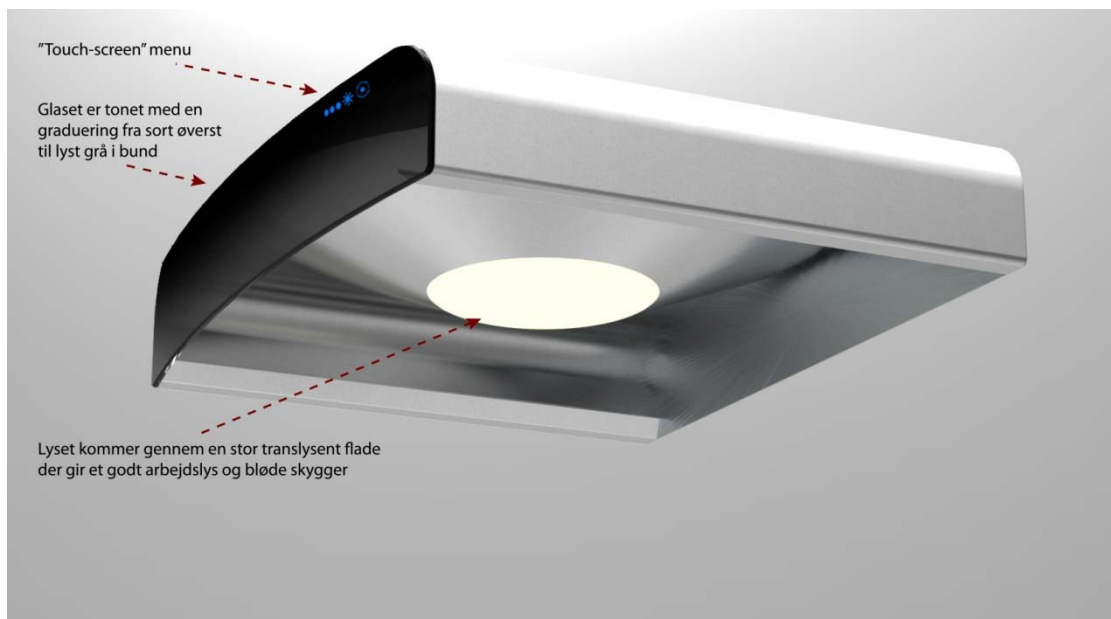


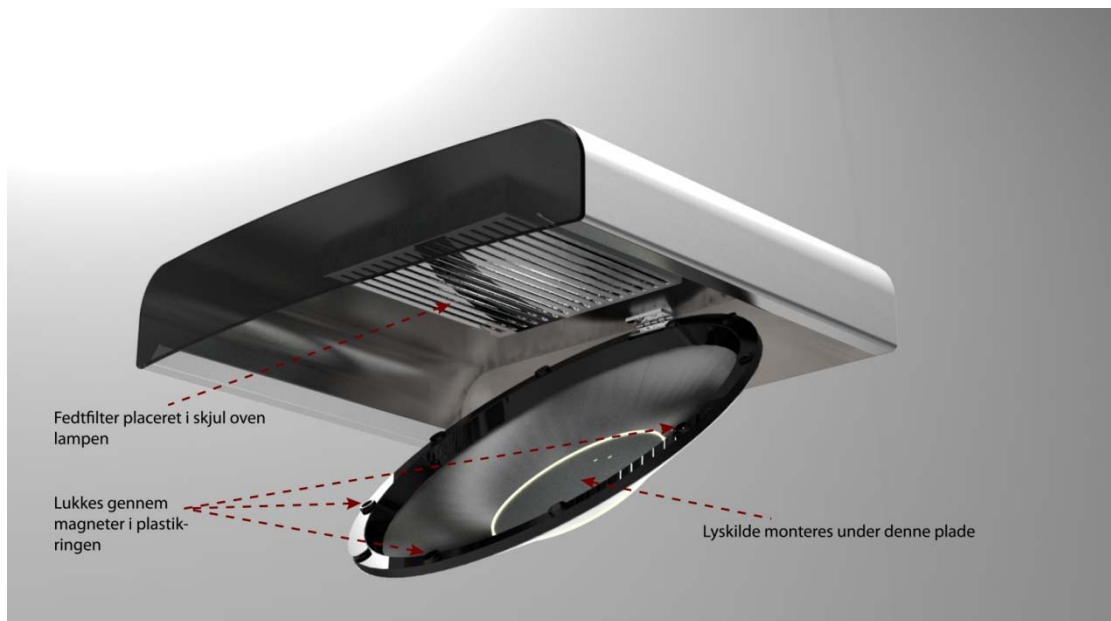
Foto viser udformning af en emhætte. Udsugningseffektiviteten blev målt til 92 %.

Design 4

Det nye design bygger på gribeprincippet ved at lede den opadgående konvektionsstrøm langs med den ene flange for en udsugningsspalte. Den del af konvektionsstrømmene som ikke opfanges i første omgang, ledes langs med den ene flange som vil lede konvektionsstrømmen tilbage til udsugningsåbningen, hvor den gribes ind i udsuget.

Neden viste design viser det nye design af princippet i design 3.





De to udsugningsprincipper skal ses som et principoplæg til de muligheder der kan anvendes som emhætte og kan dermed danne grundlag for en diskussion om fremtidens emhætte med fugtregulering. Udover en fugtregulering er der også et ønske om at kunne udsug den maksimale luftmængde med en timerfunktion.

Hans Olsen
Teknologisk Institut, Energi og Klima
Energieffektivisering og Ventilation

Rikard Zetterlund
Industriel designer
LOOPIC

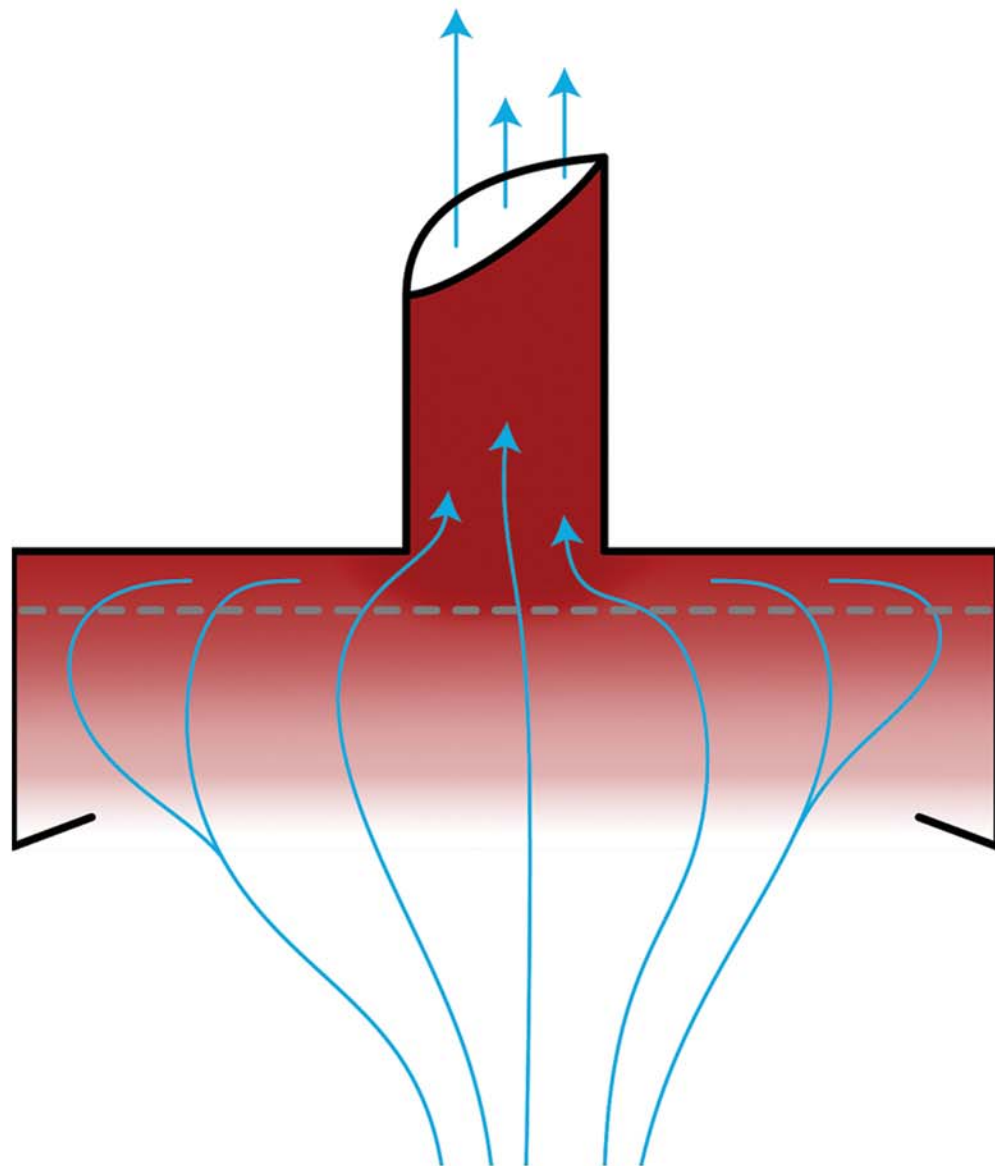
Emhætte ORBIT



FANGE PRINCIPPER

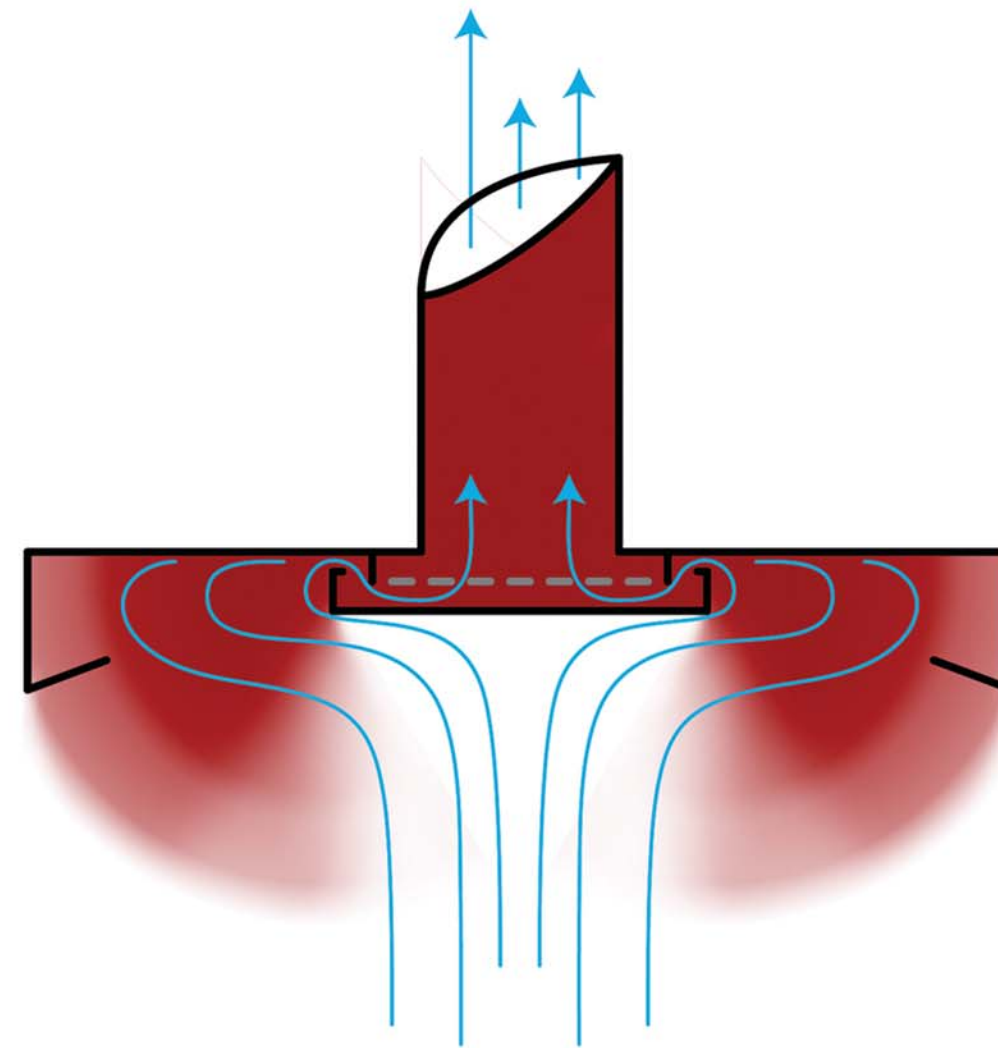
Volumenemhætte

Modtager forureninger og konvektionsvarme inde i hættens volumen, hvor udsugningsluften overskrider konvektionsstrømmen.



Indfangningsemhætten

Opfanger forureningen og konvektionsvarmen ved at luft-hastigheden er tilstrækkelig høj ved udsugningsåbningen. Ved tilstrækkelig høj lufthastighed menes at lufthastigheden er højere end hastigheden fra den konvektive luftstrøm og evt. strømninger



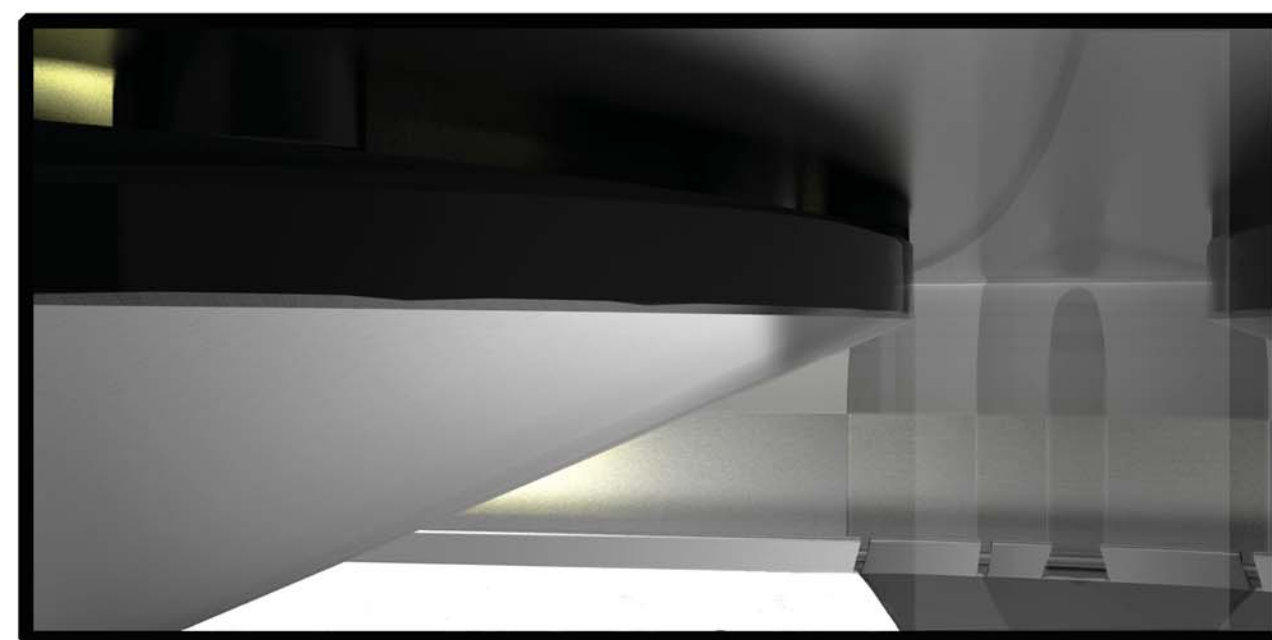
DESIGN



FUNKTION



FUNKTION



EKSPLOSIONS TEGNING

Bagre monteringsplade
Plade-metal

Hjørne-staver
monteres indeni "Base-plade"
Plastik

Base-plade
Plade-metal

Filter holder
Monteret under "Base-plade"
Plade-metal

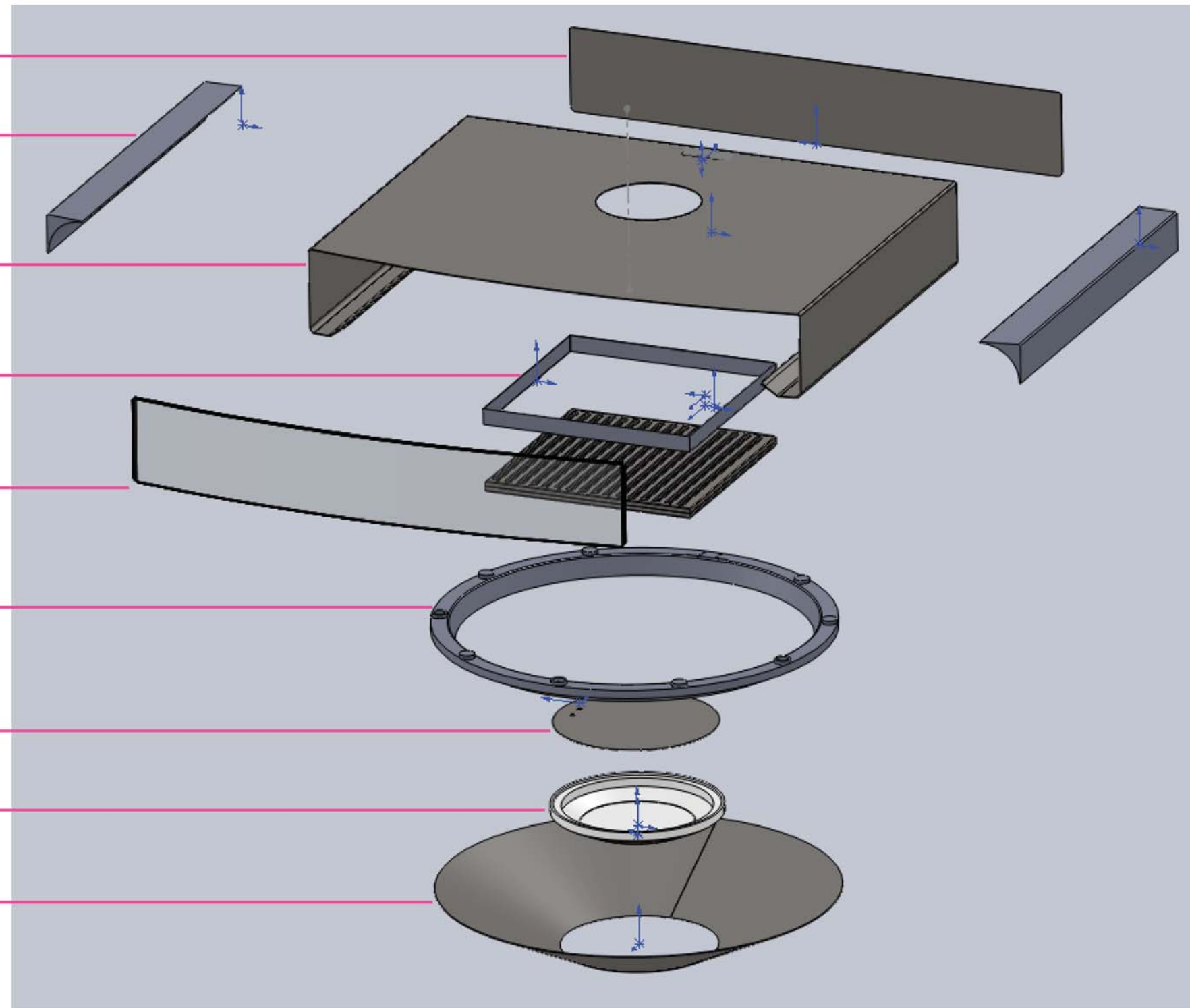
Glasfront med menyknapper
Evt. monteret mod "Hjørne-staver"
Krummet, mørkt farvet glas

Plastik-ring
Fæstet til "Base-plade" m.h.a et hængsel.
Lukkes mod "Base-plade" m.h.a magneter i "fødderne"
Støbt plastik

Montageplade for lyskilde
Plade-metal

Lys-skærm
Hvid plastik

Stålkone
Monteres til "Plastik-ring" og holder på "Lys-skærm"
Plade-metal



Bilag 06 Brugervejledning til emhætte

Emhætten er udstyret med en fugtstyret ventil som automatisk åbner for mere ventilation, når den måler en stigende luftfugtighed. Det vil sige, når der sættes en gryde på kogepladen, og vandet begynder at dampe, vil emhætten automatisk åbne for mere ventilation.

Hvis der ikke er fugt nok til automatisk at åbne ventilen, er der mulighed for selv at øge ventilationen ved at trykke på knappen til højre. Derved "tvangsåbnes" ventilen, og den vil forblive åben i 30 minutter, hvorefter den selv lukker igen, medmindre at den føler, at der er for meget fugt.

Knappen til venstre er til at tænde og slukke lyset i emhætten.



Rengøring af fedtfilter.

I emhætten er der monteret et fedtfilter til at "fange" stegefedtet, så det ikke sætter sig i ventilationssystemet.

Fedtfilteret bør renses/vaskes ca. hver 3. måned eller efter behov. Efter afmontering rengøres det med almindeligt opvaskemiddel eller i opvaskemaskinen.

Her en vejledning i, hvordan fedtfilteret afmonteres:



Den runde luftfordelingskappe fjernes ved at sætte et par fingre op bag kanten og trække den ned. Den er fastgjort med magneter.



Kappen kan hænge i den lille vejer.



Der er nu adgang til fedtfilteret. Det afmonteres ved at vippe ud i den lille lås.

For at montere fedtfilteret igen er det samme fremgangsmåde bare omvendt.

Udsugningsventilen i badeværelset.

Der er monteret ny udsugningsventil i badeværelset. Denne er også fugtstyret, hvilket betyder, at den automatisk åbner for mere ventilation, når fugten i badeværelset stiger f.eks. når der bades. Den lukker igen, når fugten er faldet til det indstillede niveau.

P.S.

Det er vigtigt, at I **ikke** afmonterer ventilen for rengøring, da der derved er mulighed for at klemme ledningerne. Ventilen kan aftørres med en fugtig klud eller støvsuges.



Bilag 07 Opsætning af emhætte

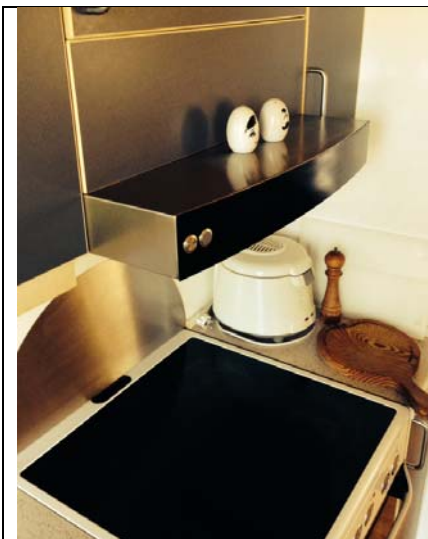
Nedtagning af den eksisterende emhætte og opsætning af den nye optimerede fugtstyrede emhætte gik relativt nemt vha. af et såkaldt gliderør, som kan varieres i længde. Efterfølgende kontrol/inspektion/justering af ventil kan ske ved at skyde gliderøret helt op.



Eksisterende emhætte.



Afmontering af eksisterende emhætte.





Ny optimeret emhætte færdiginstalleret i køkken.

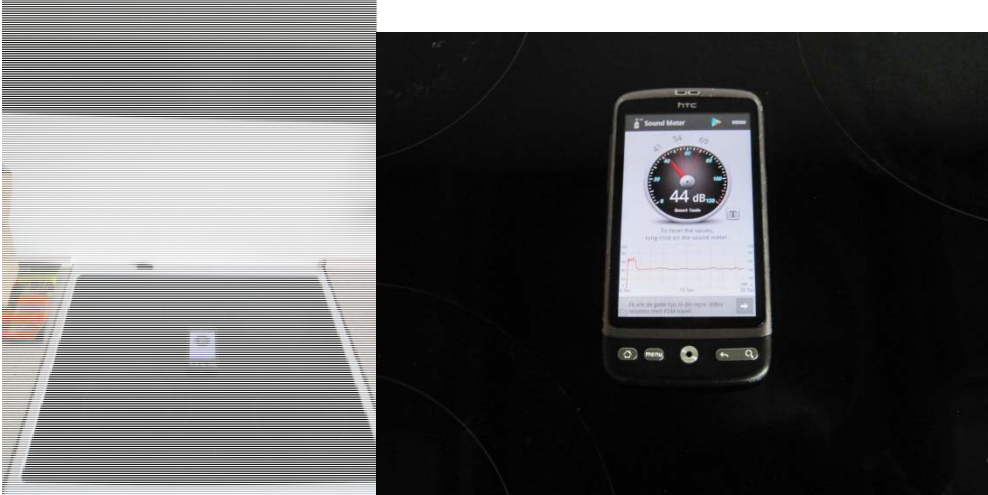
Emhætten har to knapper. Knappen til venstre tænder eller slukker lyset i emhætten. Det eneste lys i emhætten kan anes i centrum. Knappen til højre er en forceringsknap til øgning af ventilationen. I praksis vil ventilen bevæge sig fra minimum til maksimum, og stå i maksimum en halv time med mindre den relative luftfugtighed er højere end 55 %. Ellers vil ventilen automatisk bevæge sig i minimum position igen.

Bilag 08 Lydmålinger af emhætte

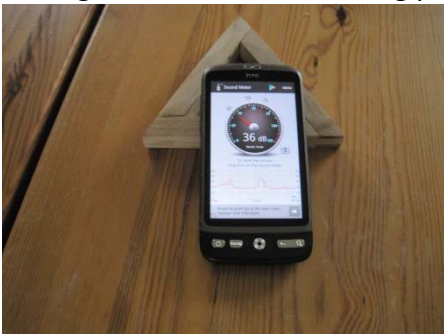
Der er foretaget lydmålinger i forbindelse med de nye emhætter.

Normaldrift:

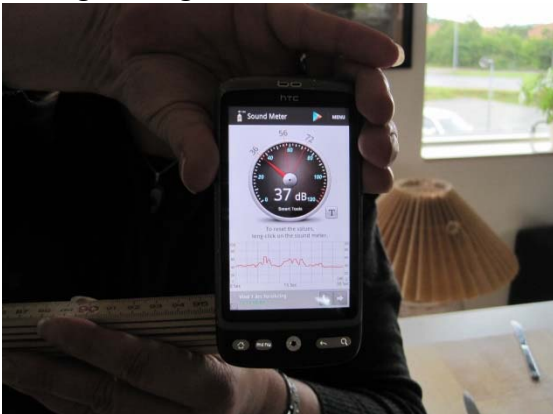
Den førstemåling er foretaget ved at lægge telefonen på kogepladen ved normal drift. (44 dB)



Målinger som reference måling på er et bord som står ca. 4 meter fra emhætten (36 dB)

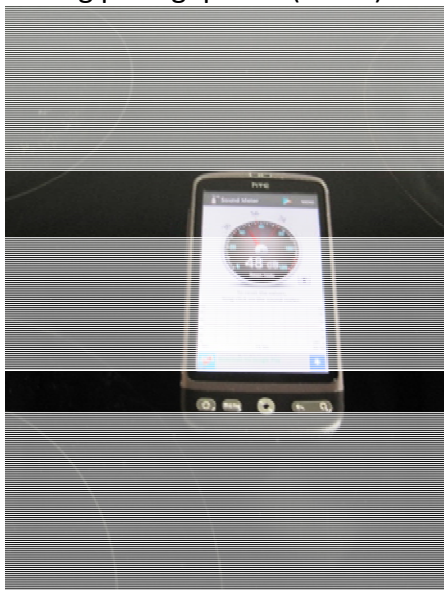


Måling foretaget en 1 meter fra emhætter: (37 dB)

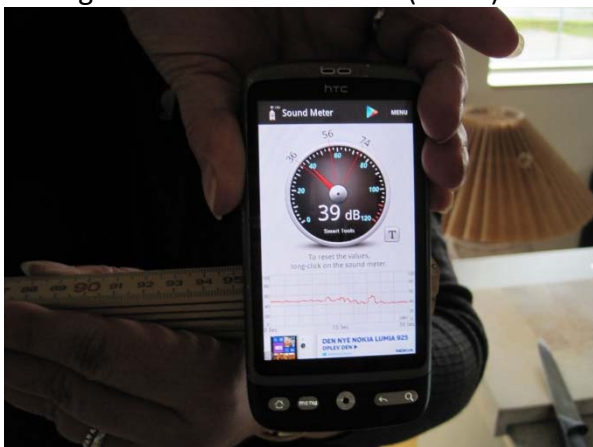


Emhætten i "høj" drift.

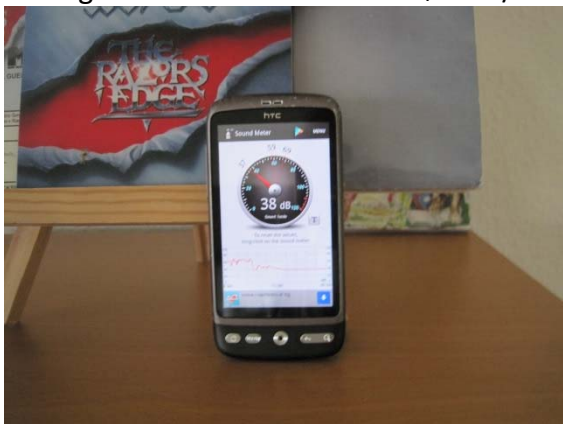
Måling på kogeplade: (48 dB)



Måling 1 meter fra emhætten. (39 dB)



Måling i den modsatte ende af køkken/stue (38 dB)



Den sidste måling er foretaget:



Der står "telefonmåleren".

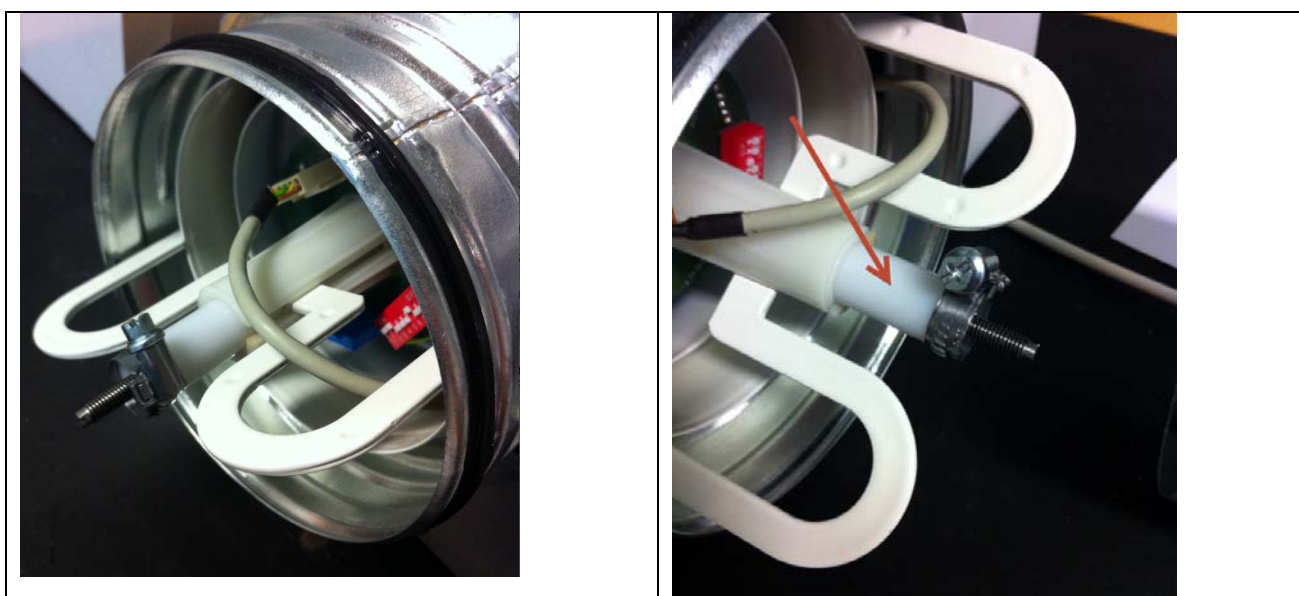
Bilag 09 Udvikling af fugtventil

Tidlig i projektforløbet blev forskellige styringsstrategier drøftet/overvejet for køkken emhætte udsug og udsug i badeværelse. Kunne en IR sensor komme på tale? Skulle der styres efter en forskel i temperatur eller/og relativ luftfugtighed? Absolut fugtighed? Hvad med CO₂ styring?

Erhvervs- og Byggestyrelsen ønskede i oktober 2010 at indhente tilbud på en analyse af, hvilke parametre det er mest hensigtsmæssige at styre efter ved anvendelse af behovsstyret ventilation i boliger. Desværre blev løsning af opgaven efterfølgende så meget forsinket, at dette projekt ikke kunne vente længere på resultatet.

Der var enighed i projektgruppen om at følgende ting skulle være opfyldt:

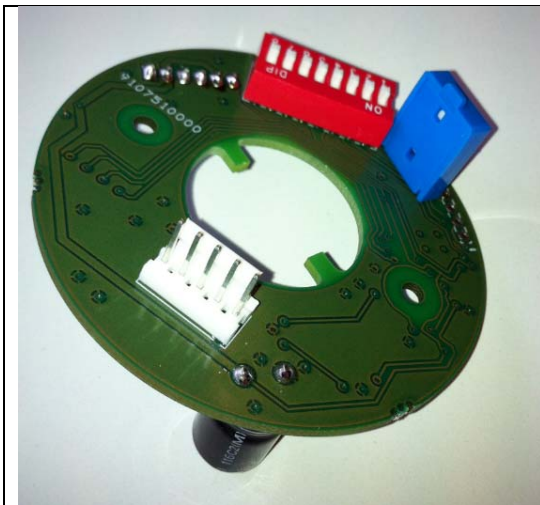
- Den udviklede ventil skal både kunne bruges til udsugning fra køkken via emhætte (Ø125 mm) og som kontroludsug i badeværelse (Ø100 mm) uden andre design forskelle end størrelsen.
- Ventilen skal så simpelt som muligt styre ventilationsbehovet mest præcist når potentialet for energibesparelser er størst, dvs. om vinteren.
- Ventilen skal være motoriseret, da dette alt andet lige giver den største robusthed og det er muligt for det menneskelige øre at høre ventiler vandre frem og tilbage i min/max position.
- Ventilen skal være forsynet med option for lufttemperatur, relativ luftfugtighed og udgang til ekstern CO₂ føler
- Prisen spiller en vigtig rolle og skal matche værdien af den besparelse, der kan stilles i udsigt ved behovsstyringen



Ventilvandringen er vist med rød pil på fotoet til højre. Endestop (minimumsindstilling) er ved spændebåndet.



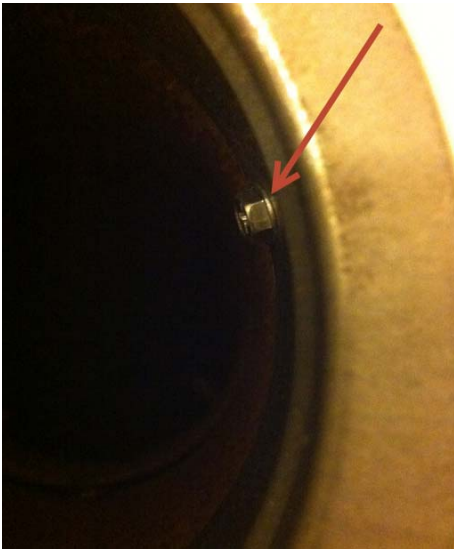
Printpladen sidder godt beskyttet mod eventuelt vandsprøjt.



Udviklet print set fra begge sider. Den blå "karamel" er fugtighedsføleren. Temperaturføleren sidder på modsat side.



Afsluttet ventilationsarbejde (finish) ses til venstre og montering af ventil til højre.



Montering af flange med ikke-forsænkede skruer skal undgås, idet ventilen havde tendens til at låse sig fast til disse skruer. Nogle af ventilerne var svære at skrue ud igen.



ØLAND udsugningsventil KSO-M-TH er udviklet og testet i tæt samarbejde med Teknologisk Institut

Anvendelse

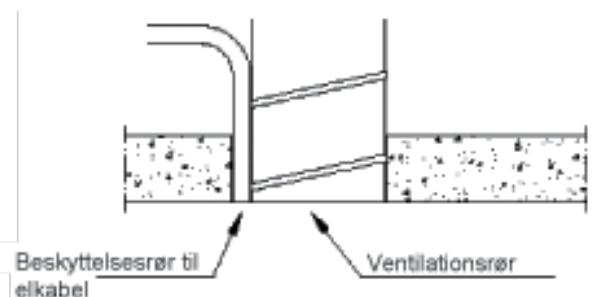
Øland udsugningsventil KSO-M-TH anvendes til udsugning fra baderum, bryggers, toilet, køkken og kan indbygges i emhætte. Grundventilation indstilles når kanalsystemet er afstemt. Forceret ventilation kan indstilles til 5 – 10 -15 eller 20 m.m., se diagrammer. Forceret ventilation går i gang ved at ventilen får et ON signal ved at temperaturen eller fugtigheden overstiger de indstillede setpunkts værdier og derved åbner ventilen. Når temperaturen eller fugtigheden i det pågældende rum igen er under setpunkt værdien, går ventilen tilbage til grundventilation. Der er meget store energibesparelser, når udsugningsmængden reguleres efter den pågældende temperatur eller den relative fugtighed. KSO-M-TH fås i Ø100 mm og Ø125 mm.

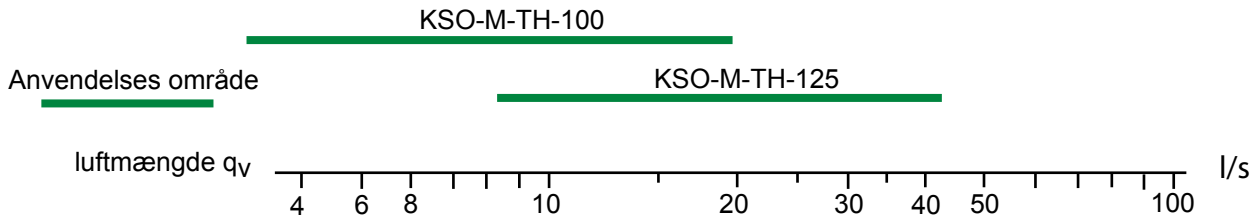
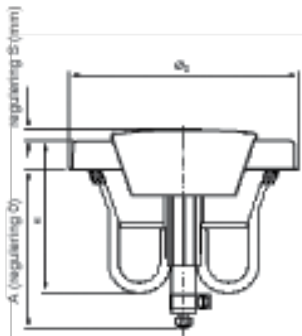
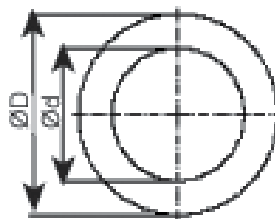
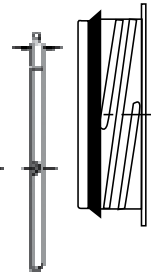
Beskrivelse

Udsugningsventil KSO-M-TH består af en kontrolventil, servomotor (24V) og print, som er indbygget i ventilkeglen. Printet har indbygget temperatur- og fugtigheds følere. Ventilen er fremstillet i stålplade, som er ovnlakeret i hvid farve. Ventilhuset er forsynet med en skumplast pakningsring. Ventilkeglen er sammenbygget med servomotoren og en spindel og en controller, som tillader ventilkeglen at bevæge sig i åben stilling. Ventilhuset er sikret med rotation med en plastbøsning. KSO-M-TH-100 er med Ø100 mm tilslutning. KSO-M-TH-125 er med Ø 125 mm tilslutning. Montagerammen er fremstillet i varmgalvaniseret stålplade. Montagerammen har en gummitætningsring og et gennemførings hul til kabel. KSO-M-TH består af en ventil med tilslutningskabel og flange, som kan tillade passage af tilslutningskabel mellem ramme og loft eller væg. Som tilbehør kan der leveres adapter DR-15-24 for DIN skinne montage (230V AC 24V DC / 0,63A), som tilbehør kan der også leveres CO₂ føler.

Montage

Udsugningsventil KSO-M-TH fastgøres til den medleverede monteringsramme til kanal med popnitte eller skue, som ikke må hindre ventilen i at kunne monteres med en skruebevægelse i sporene. Kontrolventilen er med 1 m. installationskabel. Dette betyder at el-tilslutningsdåsen skal være placeret tæt ved ventilen. Der er gennemføringshul i monteringsrammen for kablet. Til beskyttelse af installationskablet føres et plastrør fra el-tilslutningsdåsen - se tegning. KSO-M-TH monteres i våde rum, og skal udføres i henhold til Stærk Strøms Reglementet.



**Tekniske data****Luftmængde q_v** **Mål og vægt****Ekstra blændring****Montageramme**

Størrelse	D	d	H	A	Vægt (kg)
100	135	87	89	105	0,633
125	161	107,5	105	105	0,755

Lydtryksniveau L_w

Størrelse	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	2	-6	-5	0	-2	-1	-9	-16
125	1	2	-3	-1	-4	1	-11	-19
Tolerance	± 6	± 3	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 3

Lydeffekt niveauerne i oktavbåndene fås ved at addere korrektionsværdierne K_{Okt} til total lydniveauet L_{p10A} , dB(A) i henhold til formlen:

$$L_{W_{Okt}} = L_{p10A} + K_{Okt}$$

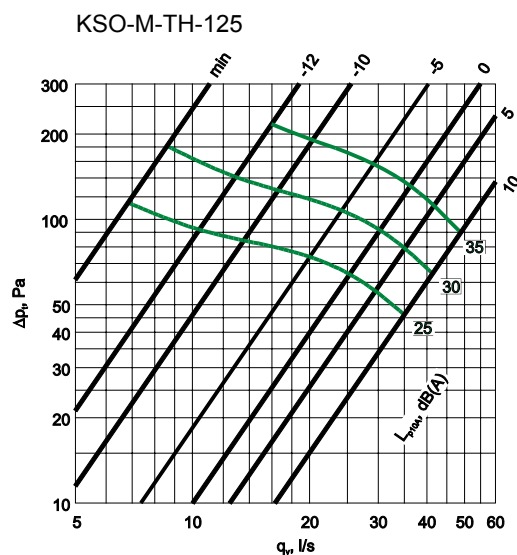
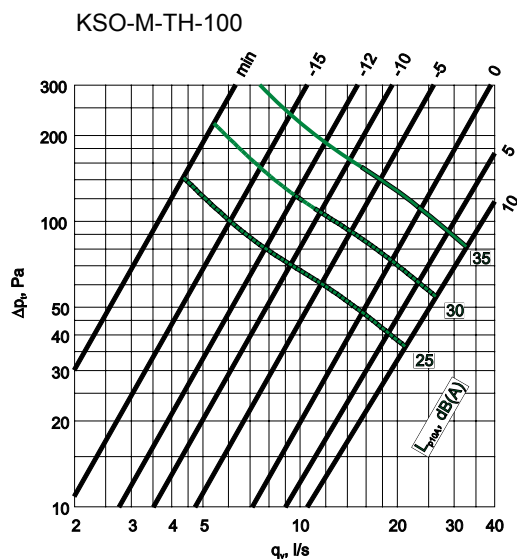
Korrektion K_{Okt} er gennemsnitsværdien indenfor KSO-M ventilens anvendelsesområde.

Definitioner

q_v	luftmængde	(l/s)
Δp_t	total tryktab	(Pa)
L_{p10A}	lydtryksniveau med 4 dB rumdæmpning (10 m ² sabin)	(dB(A))
$L_{W_{Okt}}$	lydeffektniveauer i oktavbånd	(dB)
ΔL	lyddæmpning	(dB)
K_{Okt}	korrektionsfaktor	(dB)

Lyddæmpning ΔL

Størrelse	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	25	20	13	9	10	11	6	7
125	21	16	12	10	9	14	6	6
Tolerance	± 6	± 3	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 3

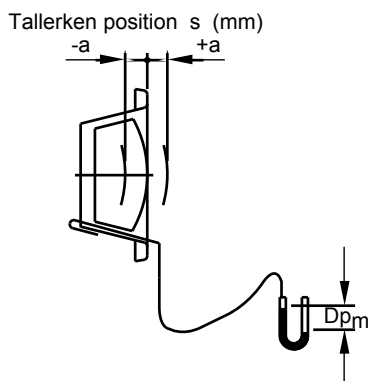
Kapacitetsdiagrammer**ØLAND A/S**Park Allé, 2605 Brøndby, Tel. 7020 1911, Fax 4453 1051
www.oeland.dk



Tekniske data

Indregulering

Indreguleringen af luftmængden sker ved at dreje centerkeglen, som justerer spaltebredden S (mm). Målingen af luftmængden sker ved en trykdifferensmåling med en separat måleslange.



$$\begin{aligned}q &= k \times \sqrt{\rho a} \\ \text{l/s} &= k \times \sqrt{\rho a} \\ \text{m}^3/\text{h} &= 3,6 \times k \times \sqrt{\rho a}\end{aligned}$$

Str.	Indstillingsmål "b"	-15	-12	-10	-5	0	5	10
100	k-faktor	0,5	0,8	1	1,4	1,9	2,3	2,8
	Indstillingsmål "b"	-10	-5	0	5	10		
125	k-faktor	1,5	2,1	2,7	3,3	4		
	Indstillingsmål "b"	-10	-5	0	5	10	15	
160	k-faktor	2	2,8	3,6	4,4	5,3	6,2	
	Indstillingsmål "b"	-3	0	5	10	15	20	25
200	k-faktor	1,8	2,4	3,8	5	6,3	7,5	8,6

Tekniske data for servomotoren (aktuatoren)

Forsyningsspænding	24VAC (ekstra lav beskyttelsesspænding PELV) ±20%
Mærkespænding	12VA / 55 mA
Styring	med endestop kontakt
Køretid	mak. 6 sek.
Støjafgivelse under drift	38 dB (A)
Elektrisk beskyttelse	III PELV
Indkapsling	IP 00
Omgivelsestemp. område	+ 100C - + 500C
Opbevaringstemp.	-250C - +650C
Fugtighed	...100%
Elektromagnetisk kompatibilitet	89/336/EY
Sikkerhed	93/37/EY
Service	Se separat manual
Kalkuleret levetid	100 000 cycles

ØLAND A/S

Park Allé 366, 2605 Brøndby, Tel. 7020 1911, Fax 4453 1051
www.oeland.dk

**Tekniske data**

Print indbygget i udsugningsventilen

**Temperaturmåling**

Temperaturmålingen foretages med en lille smd NTC sensor der sidder monteret på en ikke-synlig side af printet i ventilen. NTC værdien lineariseres og den beregnede temperatur medvirker i afgørelsen om hvorvidt ventilen skal åbne eller lukke (alt efter hvordan DIP switchen er indstillet).

Relativ luftfugtighedsmåling

Den relative luftfugtighed (RH herefter) måles med en fugtsensor der sidder monteret på den synlige side af printet lige ved siden af DIP switchen. De målte sensor værdier lineariseres og den beregnede RH medvirker i afgørelsen om hvorvidt ventilen skal åbne eller lukke (alt efter hvordan DIP switchen er indstillet).

Analog input

Det analoge input er et 0-10V input beregnet til en 0-10V CO₂ sensor hvor 0V tilsvare 0ppm og 10V tilsvare 2000ppm. De målte værdier medvirker i afgørelsen om hvorvidt ventilen skal åbne eller lukke (alt efter hvordan DIP switchen er indstillet).

Digital input

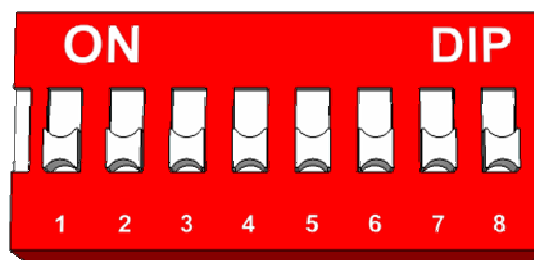
Det digitale input er designet til at virke med en normally open kontakt forbundet mellem det digitale input og stel. Når der trykkes på kontakten vil ventilen åbne på den indstillede slaglængde uanfægtet om ingen af setværdierne for temperatur, RH og CO₂ er overskredet. Der kan altså med det digitale input forceres ventilåbning.

Digital output

Det digitale output er et Open Collector udgangstrin der hele tiden følger ventilens aktuelle position;

Ventil åben	Digital output ON
Ventil lukket	Digital output OFF

Funktionen er tænkt, så det er muligt at kaskadekoble flere ventiler (digitalt output til digitalt input til digitalt output til...etc.) hvor det første led i kæden, så vil fungere som masterventil.

Tekniske data

8 polet DIP switch med switchnummering

Med DIP switchen, der er monteret på den synlige side af ventilprintet, kan følgende 4 parametre i Ventilmotoren konfigureres; motor slaglængde, temperatur setpunkt (hysterese = 1°C), RH setpunkt (hysterese = 5%RH) og CO₂ setpunkt (hysterese = 100ppm).

DIP Switch		
1	2	Sidelægde (mm)
OFF	OFF	5
OFF	ON	10
ON	OFF	25
ON	ON	20

3	4	Temperatur setpunkt (°C)
OFF	OFF	OFF
OFF	ON	22
ON	OFF	24
ON	ON	26

5	6	RH setpunkt (%RH)
OFF	OFF	45
OFF	ON	55
ON	OFF	60
ON	ON	65

7	8	CO ₂ (ppm)
OFF	OFF	600
OFF	ON	700
ON	OFF	800
ON	ON	1000

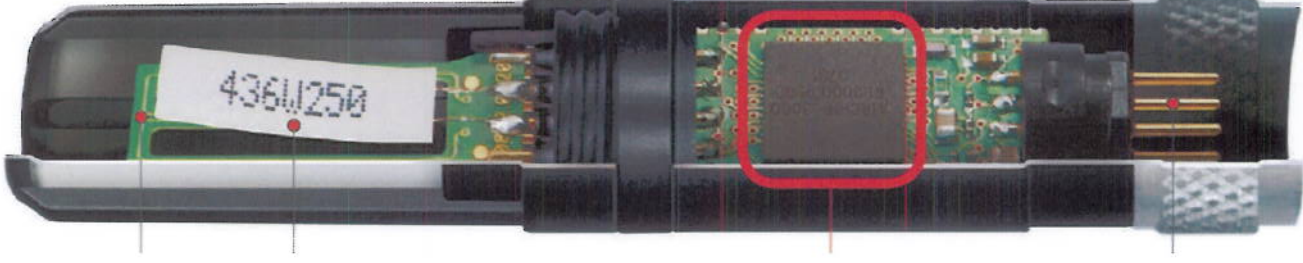
Polymer sensors

Normally divided into
Resistive and capacitive sensors

Characteristics:

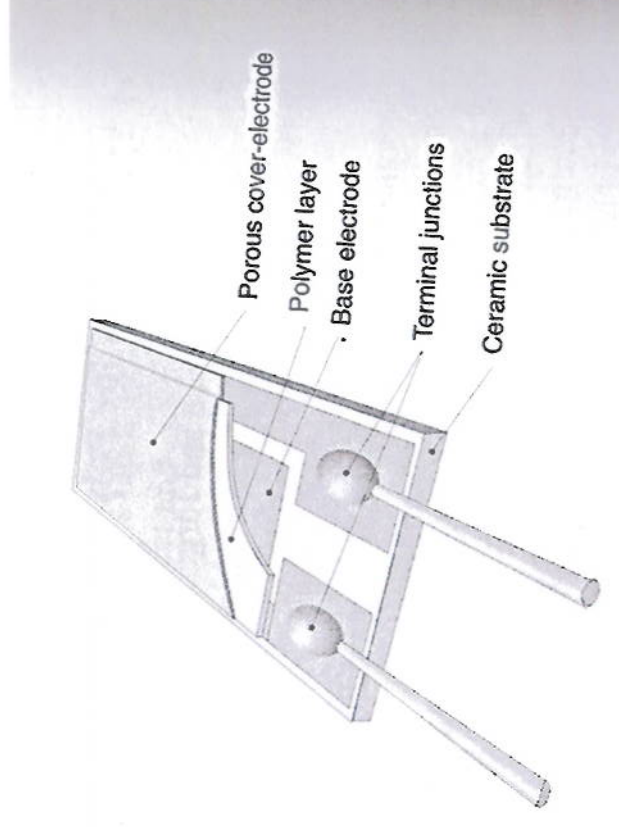
- Range: 5 %rh to 95 %rh
(-30 °C to +80 °C)
- Uncertainty: 1 %rh to 3 %rh
- Easy to use

NOTE: resistive types normally is
damaged if condensation occurs –
capacitive types does not suffer
from this



Polymer sensors continued

- Capacitive sensors consist of a substrate on which a thin film of polymer or metal oxide is deposited between two conductive electrodes.
- The sensing surface is coated with a porous metal electrode to protect it from contamination and exposure to condensation.
- The substrate is typically glass, ceramic, or silicon.
- The incremental change in the dielectric constant of a capacitive humidity sensor is nearly directly proportional to the relative humidity of the surrounding environment.
- The change in capacitance is typically 0.2–0.5 pF for a 1% RH change, while the bulk capacitance is between 100 and 500 pF at 50% RH at 25°C





CASE: Characterisation of a rh sensor

Rh/t sensor featuring:

- State-of-the-art thin film capacitive polymer sensor
- Built in thermistor for temperature measurement
- Temperature-compensated
- Calibrated in 5 points from 11 %rh to 75 %rh @25 °C
- Linearised on basis of the calibration
- Size: 5x10 mm
- Price: 1100 € (including electronics)

Manufacturers specification:

- Range: 0 %rh to 100 %rh, -10 °C to 50 °C
- Accuracy: ± 1 %rh (15 °C to 30 °C) otherwise ± 2 %rh
- Cross-sensitivity: 0.03 %rh/K (from scientific paper by the manufacturer)

Water Vapor Measurement

Pieter R. Wiederhold
Wiederhold Associates
Boston, Massachusetts



MARCEL DEKKER, INC.

NEW YORK • BASEL • HONG KONG

hydrogen ions (from the water vapor), and readily detaches to take on the H^+ ions. This alters the impedance of the sensor as a function of humidity.

The main advantage of the Pope cell is its wide operating range and well documented humidity response curves. This allows for simple mechanical and electrical designs. A disadvantage is that due to the extremely active surface of the sensor, the sensing surface can be easily washed off or contaminated to cause errors in readings. The sensor is much more sensitive to contaminants than the previously discussed resistive bulk polymer sensor which offers much better performance with virtually no hysteresis. Pope cells are therefore no longer widely used and have often been replaced with the more stable bulk polymer sensors.

V. Capacitive Polymer Sensor

The capacitive polymer sensors use either polyamide or cellulose acetate polymer thin film deposits between conductive electrodes. The film, acting as a capacitor dielectric with the interjected surface metal as electrodes, changes its dielectric constant as moisture is adsorbed or desorbed by the thin film. An alternative construction method uses a porous top metal layer that allows moisture transmittance.

The use of high temperature thermosetting polymers has resulted in the development of a new generation of capacitive RH sensors that can perform continuous measurements well above $100^{\circ}C$ ($212^{\circ}F$). The basic construction of a capacitive bulk polymer RH sensor is shown in Figure 4.4.

1. A substrate base, typically glass. Its main function is to support the other layers of the sensor.
2. One of the electrodes, made of conductive and corrosion resistant material.

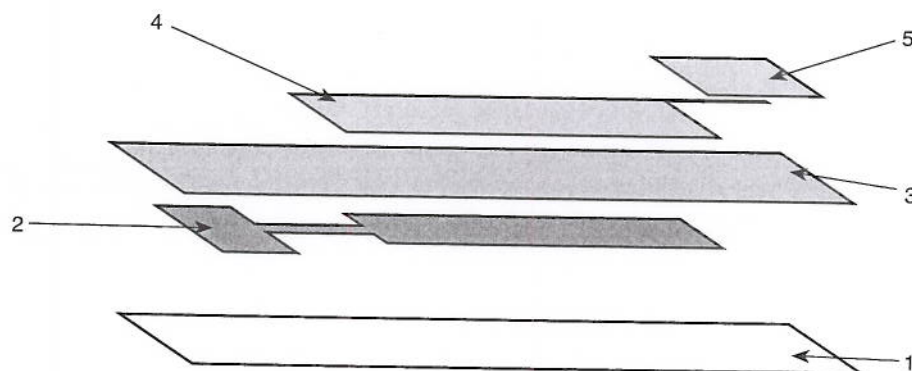


Figure 4.4 Schematic of capacitive polymer sensor.

3. A thin polymer layer. This is the heart of the sensor. The amount of sorbed water in the film varies as a function of the surrounding relative humidity. The thickness of this film is typically 1 to 10 μm .
4. The upper electrode, which also plays a role in determining the performance and characteristics of the sensor. For fast response it must have good permeability for water. It must also be electrically conductive and have strong corrosion resistance.
5. A contact pad for the upper electrode. Since there are many constraints on the design of the upper electrode, a separate metallization for making reliable contacts is often required.

A. Operation

The capacitance of the sensor is determined by the overlapping area of the upper and lower electrodes according to:

$$C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot A}{L} \quad (4.2)$$

where:

- ϵ = Relative permittivity of the polymer film (typically in the range 2 ... 6)
- ϵ_0 = Permittivity of vacuum ($8.85 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$)
- A = Overlapping area of the upper and lower electrodes
- L = Thickness of the polymer film
- C = Capacitance

The area A is constant and well defined, usually using lithographic techniques. Also the thickness of the polymer film can be considered constant (if not, very hygroscopic polymers are used). Thus only the relative permittivity of the film changes as water is absorbed into it.

As the water molecule is highly polar, even small amounts of water can change the sensor capacitance to a measurable extent. The relative permittivity of water is 80 as compared to 2 to 6 for the polymer material. This property of the water molecule makes capacitive measurement a natural choice for humidity measurement. It also makes the sensor less prone to interference from other atmospheric gases.

Polymer-based capacitive relative humidity (RH) sensors are proving increasingly effective for applications beyond the range of simple humidity measurements. Full-range capabilities have been demonstrated for some sensor types at moisture contents represented by -50°C (-58°F) to 100°C (212°F) dew point. This measurement range is equivalent to 24 ppm of water by weight at the dry end to atmospheric steam at the wet end. These sensors are suitable for both atmospheric and process measurements, and are capable of functioning down to a level below 2% RH. They can be used over a wide temperature range, in some instances without temperature compensation. High temperature thermo-

setting polymers have permitted the development of capacitive RH sensors that can perform continuous measurements at temperatures to 185°C (365°F), and with continuous exposure to 210°C (410°F). Because thin film sensor layer processing is performed at temperatures over 400°C (752°F), the maximum temperature is determined by the materials used in the sensor package. At atmospheric pressure, the maximum RH at 185°C (365°F) is 10%, but this is still within the operating range. Measurements in environments over 185°C (365°F) rapidly approach 0% RH. These measurements can be made by restricting the sensor temperature, thereby raising the RH at the sensor, and converting to absolute moisture (dew point) measurements. One advantage of the thermosetting polymer sensor is that it has a small temperature coefficient from -50°C (-58°F) to 100°C (212°F). This greatly simplifies accurate measurement at low to moderate temperatures and moisture levels. Any necessary temperature correction represents only a small percentage of the RH reading when external offset error sources are eliminated.

B. Temperature Dependence

All RH sensors are temperature sensitive and, when calibrated at one temperature, exhibit errors at other temperatures. One advantage of polymer sensors is that they generally exhibit far less temperature dependency, i.e., they have a lower temperature coefficient, than the older RH sensors such as the Pope cell and Dunmore cell. Hence, if the operating temperature is not too different from the temperature at which the sensor was calibrated, the error is small and can often be ignored. If the sensor is to be used in extreme temperature environments, or if optimum accuracy is desired, electronic temperature compensation must be incorporated. Temperature compensation can as a rule be easily accomplished in temperature spans of about 50°C, but is more difficult and less accurate over broader temperature ranges. Hence, when used in a very broad temperature range, polymer sensors lose some of their accuracy. Nevertheless, modern polymer sensors are available with accuracies of $\pm 1\%$ RH in narrow ranges and at calibration temperature, to $\pm 3\%$ RH when newly calibrated over a broad temperature and humidity range. When operated over a period of time, some accuracy deterioration should be expected, and when contaminated, more significant errors could occur, requiring re-calibration or sensor replacement.

C. Performance

Compared to the resistive polymer sensor, the capacitive sensor has the following advantages:

- Faster response, typically in the seconds range
- Better linearity and hence higher accuracy in the low RH range
- Can be used to higher ambient temperatures, to 185°C in some cases
- Low temperature dependence
- Can be used at RH levels as low as 2% RH

A typical curve of capacitance versus RH at 20°C (68°F) is presented in Figure 4.5. In this curve the capacitance is normalized to the dry capacitance, i.e., capacitance at close to 0% RH.

D. Advantages

Specific features of the capacitive sensor include:

- Extremely fast response
- Broad humidity range
- Broad temperature range
- Virtually no hysteresis
- Good stability and repeatability
- Low temperature coefficient
- Low cost

E. Limitations

Limitations include:

- Sensitivity to certain contaminants
- Do not work well in corrosive atmospheres
- Temperature dependence (but low temperature coefficient)

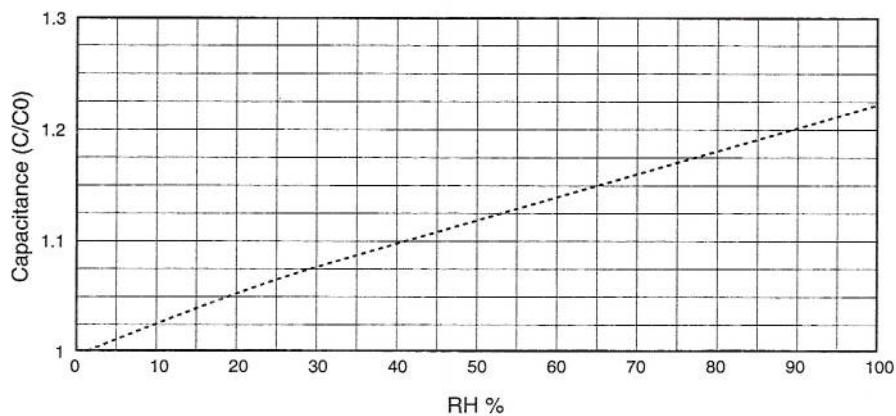


Figure 4.5 Typical capacitance change as a function of RH at 20°C.
(Courtesy Vaisala)

Bilag 12 Montering af fugtventil i baderum

Der er tale om en motoriseret fugtstyret ventil, og det har givet lidt udfordringer med hensyn til eltilslutning, idet vi befinder os i et våd område og udsugningsventilen er placeret på væggen og ikke i loftet i bruseområdet, se venligst bilag XXX omhandlende el-installationer i våd områder.



Der trækkes kabel fra DC strømforsyning til ventil.



DC strømforsyning er placeret lige over lysarmatur; men forsynes fra kontakt midt i loft. Det bør bemærkes, at nogle el-installationer afbryder for strømmen når lyset slukkes. Hvis det er tilfældet, hvor skal strømmen så tages fra?



Afslutning af udsugningsrør med flange.



Færdig ventilinstallation. Ventilen kan drejes og hermed skrues ud i tilfælde af kontrol/inspektion/justering.

Stabiliseret DC-strømforsyning

Type HAS

Robuste og kompakte 1-faset stabiliserede strømforsyninger med regulator og max. 0,2% ripple RMS. Konstrueret og produceret i henhold til EN60065, godkendt af Nemko, Demko, Semko og Fimko samt CE-mærket. Plastkapslet og indstøbt i selvslukkende polyurethan, IP44. Isolationsklasse II – dobbeltisoleret. Strømforsyningerne er med adskilte viklinger, og elektronisk beskyttede mod kortslutning vha. indbygget sikring. Transportabel udførelse med 2 meter netledning med stikprop og 1 meter sekundær ledning med løse ender. Kan også monteres på væg eller loft.

Anvendelsesområde:

Strømforsyningerne i HAS-serien kan bl.a. benyttes til elektroniske styrekort eller andre former for "avanceret" elektronik, som kræver en udglattet og stabiliseret jævnspænding. Kan også benyttes som kombineret strømforsyning og konstantspændings-lader under visse forudsætninger.



Tekniske specifikationer

- Primær spænding: 230V ±6%
- Frekvens: 47-63Hz
- Sekundær spænding: 5VDC - 28VDC
- Ripple: 0,2% RMS
- Virkningsgrad: >44%
- Spændingsregulering: <2,5%
- Norm: EN60065
- Isolationsspænding: 4kV AC RMS
- Sikkerhedsklasse: II
- Isolationsklasse: B (130°C)
- Max omg. temp (t_a): 40°C
- Kapslingsgrad: IP44

Bilag 13 Laboratorieforsøg med emhætte og fugtventil

Formålet med disse forsøg er fastlæggelse af flow karakteristik for emhætte til køkken og ventil til badeværelse.

Der anvendes $\varnothing 100$ mm fugtventil til badeværelse.

Der anvendes $\varnothing 125$ mm fugtventil til emhætte.

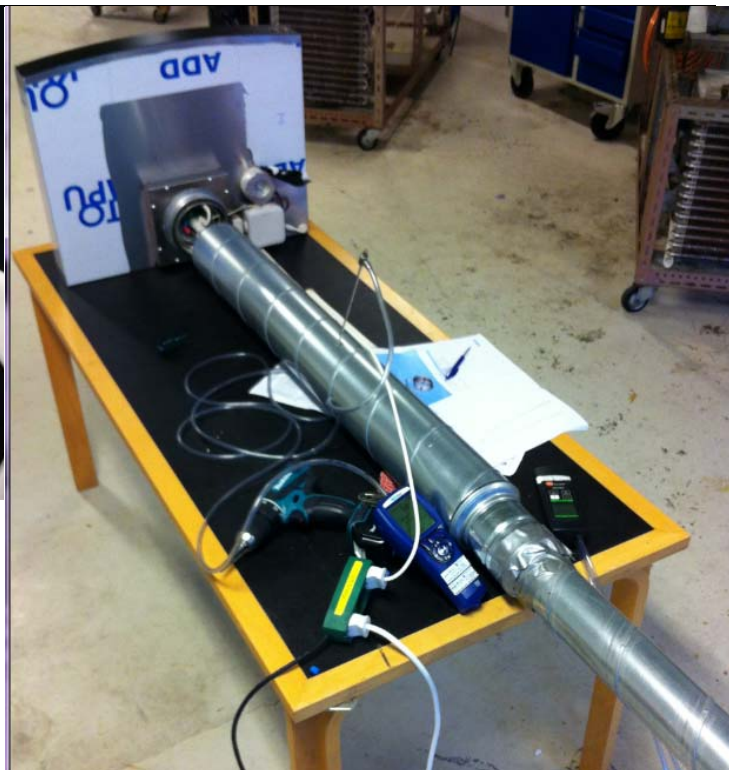
Selve fugtventilen kan vandre i følgende mulige positioner:

- 0 til 5 mm
- 0 til 10 mm
- 0 til 15 mm
- 0 til 20 mm

'0' positionen fastlægger flowet når ventilen er inaktiv (minimumsflow). Denne position kan på prototypen indstilles (varieres) med et spændbånd, se efterfølgende figur.



Billede af spændbånd til stopplacering af ventilvandring. På billedet sidder spændbåndet omkring 50 % nede på den hvide cylinder.



Emhætte med fugtventil



Emhætte set nedefra

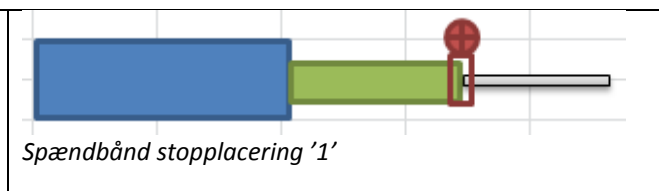
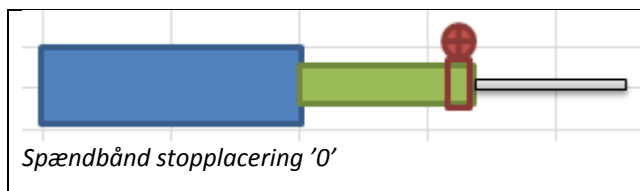


Rund bundplade afmonteret



*Fedtfilter afmonteret og fugtventilen kommer til syne.
Billeder af emhætte konstruktion.*

Emhætte flow test				
Prototype nr.	Spændebånd (stopplacering) {0, 1}	Spindel vandring [mm]	Flow [liter/s]	Sugetryk [Pa]
I	1	20	24,5	-100
	0	0	13	-100
	0	15	24,5	-100
II	1	0	8,7	-100
	1	15	23,2	-100
	1	15	22,7	-100
	1	0	8	-100
	1	15	21,7	-100
	1	20	16,4	-50
	1	0	5	-50
III	1	20	24	-100
	1	0	9,7	-100
	1	5	15,5	-100
	1	20	25,5	-100

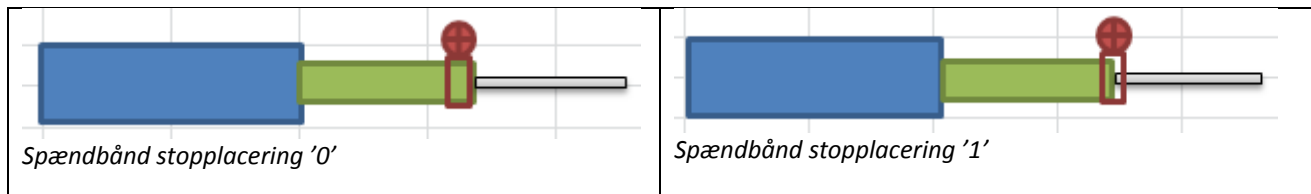


Fugtventil til badeværelse



Billede af ventil i opstilling

Ventil flow test				
Prototype nr.	Spændebånd (stopplacering) {0, 1}	Spindel vandring [mm]	Flow [liter/s]	Sugetryk [Pa]
I	0	0	10,9	-100
	1	0	7,9	-100
	1	5	12,8	-100
	1	10	17,3	-100
I	0	0	6,5	-42,8
	0	10	11,9	-42,2
	0	15	17,5	-42,9
II	0	0	6,4	-42,4



Det nuværende Bygningsreglement stiller som bekendt krav til friskluftmængder for køkken og badeværelse på henholdsvis 20 og 15 liter/s.

De indledende forsøg har vist, at det er vanskeligt at opnå disse præcise luftmængder med de angivne ventilvendinger og et sugetryk (kanelundertryk) på -100 Pa.

For emhættens vedkommende bliver luftmængderne:

- Omkring 9 liter/s {minimum, spindelvending lig 0 mm}
- Omkring 23 liter/s {maksimum, spindelvending lig 15 mm}

For kontrolventilens vedkommende bliver luftmængderne:

- Omkring 8 liter/s {minimum, spindelvending lig 0 mm}
- Omkring 17 liter/s {spindelvending lig 10 mm}

Til opnåelse af en fornuftig minimumsluftmængde var det nødvendigt at flytte spændebåndet lidt ud, så spændebåndet "kun" havde fat med omkring 50 %.

Ved reduktion af sugetrykket i kanalen vil det være nødvendigt med ændringer i set punkt for spindelvending.

Kommentarer til målinger

Ved et sugetryk i kanalen på -100 Pa er størrelsen af det målte flow følsom for selv mindre forskelle i ventilen. Hvis den bevægelige del i ventilen sidder lidt skæv vil det påvirke flowet gennem ventilen. Det stiller krav til spindelkonstruktion.

Der skal laves en strategi for endelig valg af mulige spindelvendinger, hvis man forestiller sig at sugetrykket i forbindelse med behovsstyring i princippet kan gå fra -100 til -50 Pa. Det gælder både for emhætte \varnothing 125 mm ventil og \varnothing 100 mm ventil til badeværelse.



Billeder af anvendte trykmålere. Til venstre et TSI instrument og til højre et testo 512 instrument.



Fläkt \varnothing 80mm flow måleblænde.

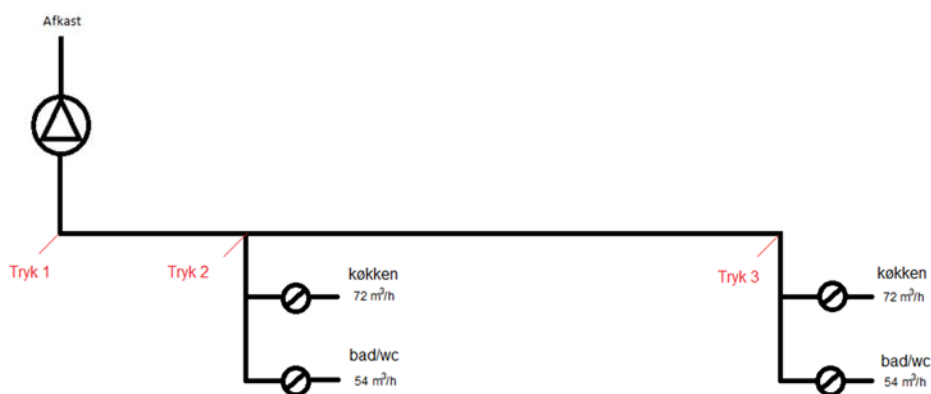
Bilag 14 Styringsstrategi til kanaltryk i hopvedkanal

Formål med forsøget

Formålet med forsøget var at finde frem til hvordan styring af et udsugningsanlæg til et flerfamilie hus kunne styres, så det til en hver tid overholdt minimums udsugningskrav, men samtidigt kunne køre op i styrke når der var behov for dette, fx ved badning eller madlavning.

Beskrivelse af forsøgsopstilling

En frekvensstyret udsugningsventilator står for at holde den korrekte udsugningsmængde. Under forsøget blev frekvensen indstillet manuelt. Kanalsystemet var udformet som vist på tegningen nedenfor, de anviste spjæld blev indstillet manuelt ved hjælp af tryk/flowmålere.



tid. Alternativt bør muligheden for at få et signal fra selve fugt-enheden i udsugningskanalen, om dens åbningsgrad.

Det konkluderes her udover, at ved at udsugningssystemet udføres som røgventileret udsugningsanlæg med røgventilator, hvilket medfører at røgmodstanden kan nedsættes til 50 Pa, vil reducerer energiforbruget. Fremgangsmåde ved forsøg

Udsugningen og spjæld indstilles så der er minimum udsugning på hele anlægget, følgende måles/aflæses:

- Den udsugede luftmængde (m^3/h), ved hvert af udsugningsstederne samt den totale luftmængde.
- Kanaltryk; Tryk 1, Tryk 2 og Tryk 3
- Ventilator effekt, modtaget og afgivende
- Frekvensen

Spjældendes indstilling ændres nu, for at simulere et øges udsugningsbehov, frekvensen til ventilatoren tilrettes så minimums udsugningskrav stadig overholdes ved de ikke ændrede spjæld. Målinger/aflæsninger gentages.

Processen med at ændre på udsugningsbehovet blev gentaget gentagende gang for at finde en sammenhæng mellem tryk og måle sted.

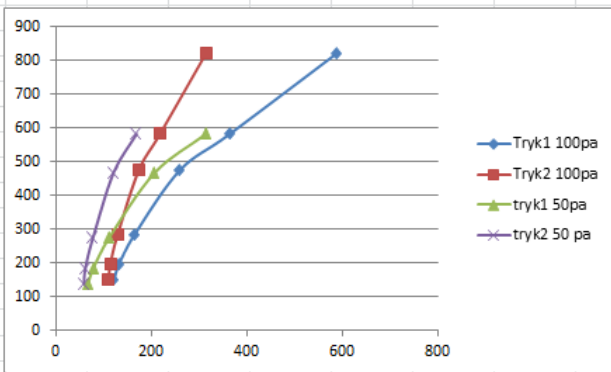
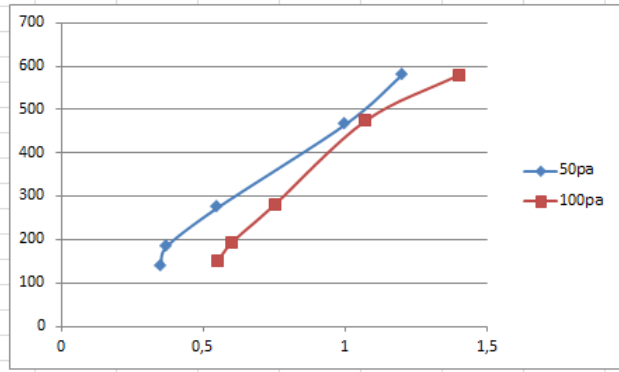
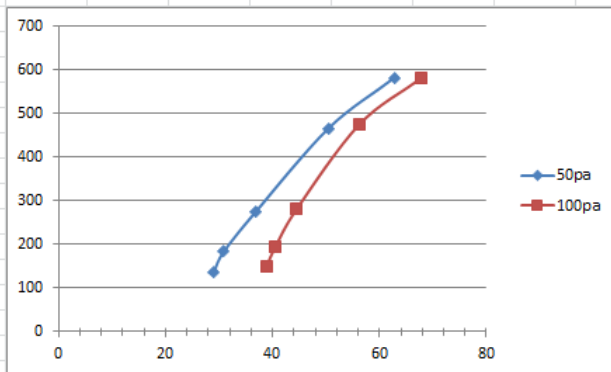
Forsøget blev herefter gentaget med en nedsat tryk differens (50Pa).

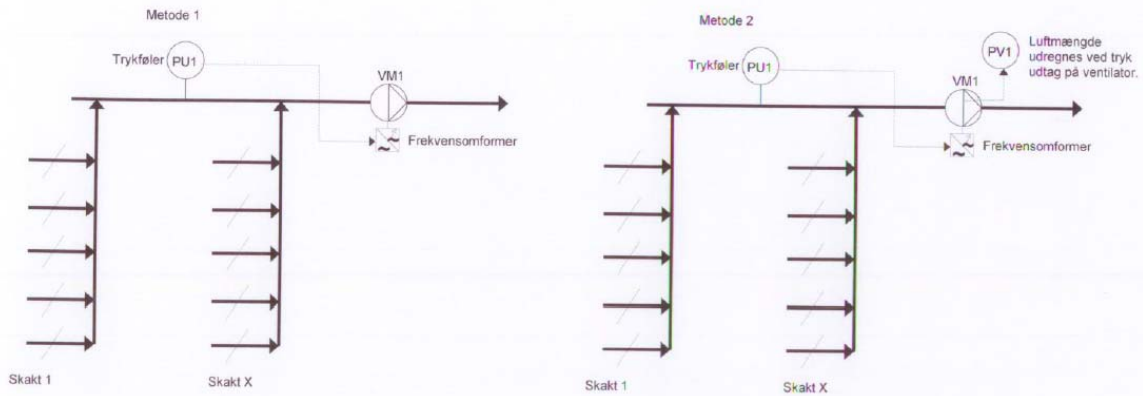
Resultat og konklusion

Ud fra måleserierne har vi kommet frem til at der ikke er sammenhæng mellem trykket målt ved målepunkterne, Tryk 1 og Tryk 2, med minimums kravene ved udsugningspunkterne (100Pa). Hvis styring efter måling tæt på ventilatoren, som vil være nemmets at implementere, skal være muligt, skulle der være en lineær sammenhæng mellem målepunkt Tryk 1 og Tryk 3 – hvilket ikke var tilfældet.

For at kunne lave den bedste styring og regulering af et sådant udsugningsanlæg, er det vores konklusion at hvis frekvensomformereren skal styres af et målepunkt, skal dette målepunkt være placeret i den fjerneste ende af kanalsystemet, da man på denne måde er sikker på at minimumskravene er overholdt til en hver

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		luftmængde	P14	P8	P1					[m3/h]			
2	Δp	$q=17*\Delta p$ [m3/h]	tryk 1	tryk 2	tryk 3	effekt [kW]	Frekvens [Hz]	spænding [Amp]	kVA	Vkøk1	Vbad1	Vkøk2	Vbad2
3	18		152,5	120,6	93,3	0,7	42,7	6,3	2,71	72	54	72	54
4	9		147,5	129	112,9	0,66	42,7	6,3	2,7	72	0	72	0
5	25		152	108,8	66	0,72	42,7	6,3	2,7				
6	6		148	135,8	124,3	0,64	42,7	6,3	2,7				
7													
8	21		171	134,8	100,2	0,75	45,1	7,0	3				
9	10		132,5	115,7	100,1	0,6	40,4	5,5	2,37				
10	4		115,5	107,4	99,9	0,5	37,8	4,8	2,06				
11	40	387	209	146	80,7	1	50	8,5	3,65				
12	2	87	105,5	102	100,2	0,45	36,3	4,4	1,91				
13													
14	18	260	161,6	130,8	100,1	0,72	44,2	6,6	2,83	72	54	72	54
15	8	173	131,3	114,6	100,1	0,6	40,2	5,4	2,33	72	0	72	0
16	4	122	115,8	107,2	99,9	0,5	37,9	4,8	2,06	0	54	0	54
17	2	87	108	103	100,8	0,47	36,7	4,5	1,95	0	54	0	0
18	28	324	190,1	142,3	100,2	0,88	47,6	7,7	3,3	72	72	72	72
19													
20	Serie 1												
21	9	184	121	104	100	0,55	39,1	5,2	2,24	72	54	0	0
22	17	252	136	103	100	0,62	40,8	5,7	2,45	144	54	0	0
23	29	330	155	103	100	0,75	43,6	6,5	2,8	216	54	0	0
24	50	433	185	103	100	0,92	48,6	8,0	3,45	288	54	0	0
25													
26	27	318	98,5	52,5	50	0,5	35,5	4,3	1,87	216	54	0	0
27	16	245	82,9	52,5	50	0,42	32,2	3,6	1,53	144	54	0	0
28	7	162	65,2	51,3	50	0,34	28,6	2,9	1,23	72	54	0	0
29		[m3/h]					Hz						
30	5	137	67	59	50	0,35	29	2,9	1,24	0	54	0	54
31	9	184	79	62	50	0,37	30,9	3,3	1,4	72	0	72	0
32	20	274	112	78	50	0,55	36,8	4,6	1,98	72	54	72	54
33	58	466	207	121	50	1	50,5	5,8	2,5	144	54	144	54
34	90	581	314	169	50	1,2	62,7	6,7	2,9	216	54	216	54
35	-				68	-				288	54	288	54
36													
37	6	150	122	111	100	0,55	38,9	5,1	2,19	0	54	0	54
38	10	194	132	114	100	0,6	40,5	5,5	2,37	72	0	72	0
39	21	280	164	129	100	0,75	44,5	6,7	2,9	72	54	72	54
40	60	474	260	174	100	1,07	56,2	7,1	3,07	144	54	144	54
41	90	581	364	218	100	1,4	67,8	7,7	3,32	216	54	216	54
42	180	821	589	315	100	2,67	89,2	8,3	3,55	288	54	288	54





Metode 1 konstant tryk. Set punkt for føler PU1 er fast. I vores regulering vil det selvfølgelig være konstant undertryk ved trykføler PU1. Ulempe der kompenseres ikke for trykfald i kanal alt efter hvor mange spjæld der er åbne.

Metode 2 proportionalregulering. Setpunkt for undertryk hæves ved stigende luftmængde og sænkes ved faldende luftmængde. Ved denne metode kompenseres til dels for trykfald i skakt.

Metode 1 anvendes ved lav trykfald i skakt, altså store kanaler. Metode 2 anvendes ved store trykfald i kanal. Metode 1 er selvfølgelig den mindst energikrævende.

Frekvensomformer vil formentlig kunne klare begge styringer med den indbyggede process

dominus ✓ Gavnsvej 2A 7400 Herning Tel. 9713 2688 Klamsagervej 29 8230 Åbyhøj Tel. 8618 5250 Drejergangen 1B 2690 Karlslunde Tel. 7020 5330	Sag : EU	Anlæg : Udsugning	Tegningsnr. : Sagsnr. : Side : 1
	Kunde :	Tavle : BUS : UC :	Dato : 21-08-2012 Rettet : Tekn. : JJ

Udfordring med kontrolmålinger af overordnede luftmængder på udsugningsventilatoren på loftet

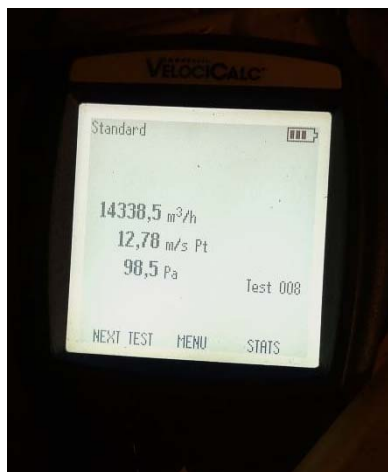
De loggede hovedluftmængder og lign. data samt vurderingen og behandling deraf som sådan er foretaget andetsteds i nærværende rapport. I dette afsnit gennemgås primært de udfordringer der har været samt løsninger, som er fundet hertil.

Undervejs i projektet er opstået flere ting, som har krævet korrigerende handlinger. F.eks. kunne det konstateres, at den oprindelige styring til hovedventilatoren på loftet ikke kunne holde et undertryk som tiltænkt på 100 Pa. Den styrede i praksis på en væsentligt højere værdi, hvilket forårsagede, at udsugningsmængderne fra lejlighederne var tilsvarende større end planlagt. Dette blev rigtigt opdaget, da de nydesignede emhætter med den forholdsvis smalle luftspalte rundt om ståltallerkenen blev monteret, fordi lufthastigheden i spalten blev så høj, at emhætterne i nogle tilfælde faktisk fløjtede (til stor irritation for beboerne naturligvis).

Dominus blev tilkaldt. De byggede en ny styring op, som flot holder det valgte undertryk i hovedkanalen på 100 Pa. Ved kontrol af dette var der fuldstændig overensstemmelse imellem styrings-visning/værdi samt vores TSI instrument (se nedenstående fotos) og trykket afviger løbende meget lidt fra den programmerede værdi.



Den nye styring. Setpkt: 100 Pa.
Øjebliksværdi: 98 Pa. Aktuel
belastningsgrad af
ventilatormotor: 41 %



Fokus her er på den nederste
værdi – et målt statisk undertryk
på: 98,5 Pa

Med den nye styring installeret og indkørt, forsvinder støjen fra emhætterne i lejlighederne, beboerne er glade igen og de egentlige logninger af bl.a. hovedluftmængder og energioptag bliver indledet. Samtidigt kan luftmængdemålinger og forsøg med ventilstyring i lejlighederne begynde.

EUDP - Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring

Bilag 15 Luftmålinger i lejligheder

Aflæst middelvoltsignal (0-10 V) V 2,3

Valgt kanaltryk i hovedudsugning på loft: - 150 Pa

Parameter	Symbo l	Enhe d	Værdi	Note
Hastighed	v _m	m/s	3,97	<i>middelværdi</i>
Diameter, cirkulært rør	D	mm	315	
Areal, cirkulært rør	A	m ²	0,08	
Korrektionsfaktor	K		0,97	
Volumenstrøm	q _v	m ³ /s	0,30	
Volumenstrøm	q _v	m ³ /h	1079	
Volumenstrøm	q _v	l/s	299,9	

Mål., hast. (v) i m/s		
Pkt	Retn. L	Retn. V
1		3,70
2		4,10
3		4,10
4		
5		
6		
7		

Deraf afledt middeludsug pr. lejlighed l/s 37,5

Aflæst middelvoltsignal (0-10 V) V 2,6

Valgt kanaltryk i hovedudsugning på loft: - 200 Pa

Parameter	Symbo l	Enhe d	Værdi	Note
Hastighed	v _m	m/s	4,63	<i>middelværdi</i>
Diameter, cirkulært rør	D	mm	315	
Areal, cirkulært rør	A	m ²	0,08	
Korrektionsfaktor	K		0,97	
Volumenstrøm	q _v	m ³ /s	0,35	
Volumenstrøm	q _v	m ³ /h	1261	
Volumenstrøm	q _v	l/s	350,2	

Mål., hast. (v) i m/s		
Pkt	Retn. L	Retn. V
1		4,40
2		4,70
3		4,80
4		
5		
6		
7		

Deraf afledt middeludsug pr. lejlighed l/s 43,8

Aflæst middelvoltsignal (0-10 V) V 2,85

Valgt kanaltryk i hovedudsugning på loft: - 50 Pa

Parameter	Symbo l	Enhe d	Værdi	Note	Mål., hast. (v) i m/s		
					Pkt .	Retn. L	Retn. V
Hastighed	v _m	m/s	2,10	<i>middelværdi</i>			
Diameter, cirkulært rør	D	mm	315		1		1,90
Areal, cirkulært rør	A	m ²	0,08		2		2,20
Korrektionsfaktor	K		0,97		3		2,20
Volumenstrøm	q _v	m ³ /s	0,16		4		
Volumenstrøm	q _v	m ³ /h	571		5		
Volumenstrøm	q _v	l/s	158,7		6		
					7		

Deraf afledt middeludsug pr. lejlighed l/s 19,8

Aflæst middelvoltsignal (0-10 V) V 1,67

Opstilling af udtryk for beregning af luftmængden i m³/h ud fra det loggede voltsignal

	Voltsig n.	m ³ /h	Beregnet	Afvigelse	- i %
	0	0			
50 Pa	1,67	571	574	-3	-0,5%
100 Pa	2,30	952	935	18	1,9%
150 Pa	2,60	1079	1106	-27	-2,5%
200 Pa	2,85	1261	1249	12	0,9%
Teoretisk lufthast.: 10 m/s	10	2721			

Formel:

$$q = 572,19 \times X_v - 381,42 \quad ; \text{Hvor } X_v \text{ er voltsignalet}$$

Aflæst signal (V)

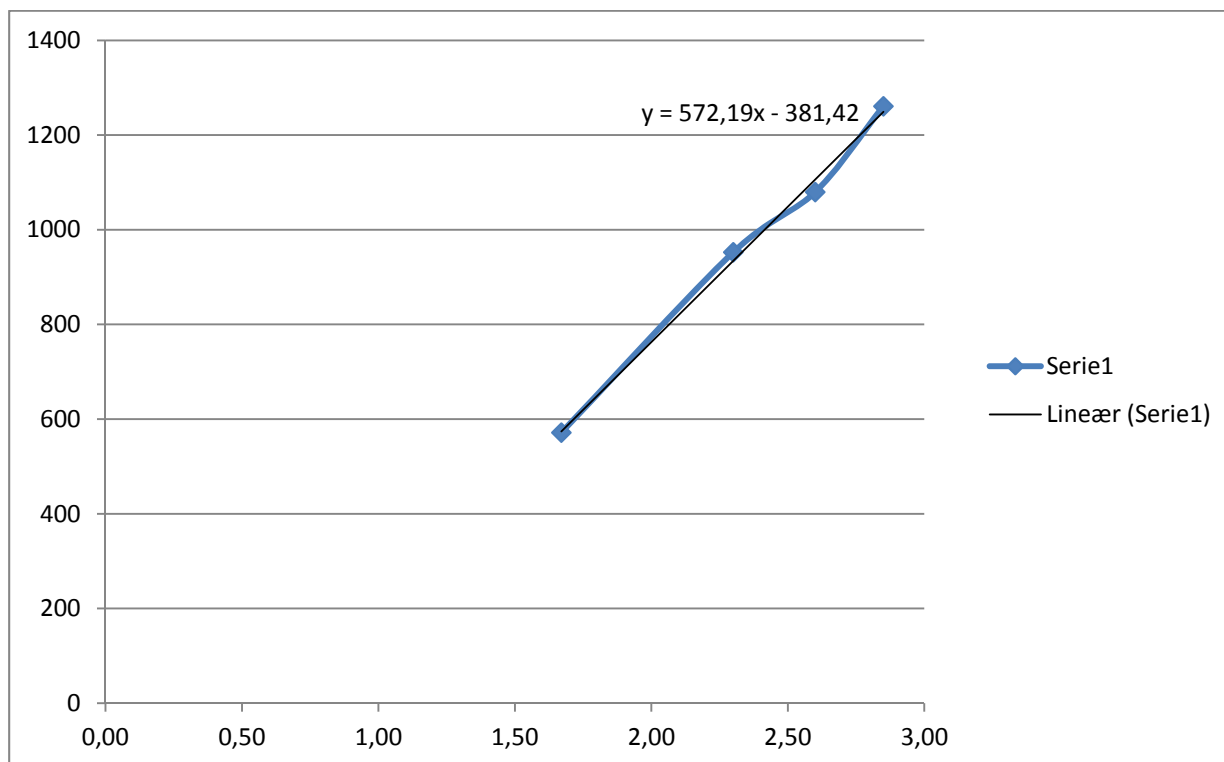
X_v V 2,3

Volumenstrøm

q_v m³/h 935

Eksempler / beregn. Kontrol

Eks. (V)	Udtryksbere gn	Teo.følerværdi
1	191	272
1,67	574	454
2,3	935	626
2,6	1106	708
2,85	1249	776
4	1907	1089



Formelgrundlaget er frembragt vha. af kurven med de målte data ovenfor (Serie1), hvor der i Excel er tilføjet en lineær tendenslinie ovenpå. Følgende udtryk, som beskriver sammenhængen imellem den målte voltstyrke og den tilsvarende luftmængde er derved fundet som:

$$q = 572,19 \cdot X_v - 381,42 \quad ; \text{ Hvor } X_v \text{ er voltsignalet}$$

Outputtet q er i m^3/h . De teoretiske værdier ved 0 og 10 V er ikke taget med.

Selve værdierne fra dataopsamlingen er som beskrevet først behandlet andetsteds i denne rapport.

Kontrolmålinger og justering af udsugningsventiler i lejlighederne

Efter montage af de nye ventiler i badeværelserne samt den til projektet nydesignede emhætte, har Teknologisk Institut og Lokaleenergi samt forskellige repræsentanter fra projektgruppen af flere omgange været ude og funktionsteste, måle, justere og fejlafhjælpe på forholdene i de enkelte lejligheder. Hovedbesøgene omkring dette har ligget på følgende datoer: 09-04-2013, 07-05-2013, 04-06-2013 og 06-08-2013. Det primære formål med dette bilag er, at beskrive hvor projektet er endt med hensyn til målinger og ydelser i de enkelte lejligheder, hvordan det er kommet derhen og nogle af de problemer, der har været undervejs.

Hermed en tabel, som summerer målingerne op til der, hvor projektet er nu:

Målinger i lejligheder på emhætte og badudsug – Opsamling på måleresultater af luftmængder (l/s) og totalmængder i m³/h

Måling nr.	Hus nr.	Emhætte		Bad		Totalt udsug	
		lav	høj	Lav	høj	lav	høj
Lejlighed 1	270 B (st.)	7,8	18,9	4,5	17,9	12,3	36,8
Lejlighed 2	270 A (st.)	7,8	20,0	5,9	18,3	13,7	38,3
Lejlighed 3	268 B (st.)	8,1	19,4	5,2	17,3	13,2	36,8
Lejlighed 4	268 A (st.)	6,7	16,1	5,1	16,1	11,7	32,2
Lejlighed 5	270 D (1.)	7,8	17,2	3,7	16,7	11,4	33,9
Lejlighed 6	268 D (1.)	7,8	19,4	6,1	16,3	13,8	35,8
Lejlighed 7	268 C (1.)	8,9	19,4	4,1		12,9	
Lejlighed 8	270 C (1.)	7,8	20,6	4,5	16,8	12,3	37,3
Middelværdier (l/s)		7,8	18,9	4,9	17,1	12,7	35,9
Totalmængder (l/s)						101	251
Totalmængder (m ³ /h)						365	904

Som det kan ses, mangler der en værdi – en måling i lejlighed 7, hvor badudsugningsventilen er kørt ud og dermed står på høj. Dette skyldes, at den ikke kan afmonteres uden at ødelægge den, da røret som den sidder i, er monteret forkert, således at ventilen ikke kan drejes ud for skruen i røret. Der er bestilt en ny ventil, så forholdet kan blive rettet op, men det er ikke sket endnu.

Grunden til at målingen ikke kan tages, er at vi mellem 2 målebesøg har konstateret, at den først valgte ventilvandring – altså forskellen mellem lavt og højt sug – ikke bragte værdien på høj tilstrækkeligt højt op

mod den ønskede værdi på omkring 15 l/s. Derfor har vi haft alle badventiler ude og justeret dipswitche til, at den udfører **20 mm vandring** fra lav mod høj i stedet for de 5 mm den kørte i udgangspunktet. Da vi ikke kan få den ene ventil ud, er justeringen ikke foretaget for den endnu.

Således bliver totalmængderne for det samlede udsug fra de 8 lejligheder, hvis alle ventiler står i høj samtidigt ikke korrekt, når denne værdi mangler, hvorfor den i Excel tabellen ovenfor er farvet grå.

Hvis vi antager at badudsugget får en værdi svarende til middelværdien af de 7 øvrige badudsug – altså 17,06 l/s medfører det følgende tabelopsamling, hvor de røde tal indikerer, at der er indflydelse fra en teoretisk værdi:

Måling nr.	Hus nr.	Emhætte		Bad		Totalt udsug	
		lav	høj	lav	høj	lav	høj
Lejlighed 1	270 B (st.)	7,8	18,9	4,5	17,9	12,3	36,8
Lejlighed 2	270 A (st.)	7,8	20,0	5,9	18,3	13,7	38,3
Lejlighed 3	268 B (st.)	8,1	19,4	5,2	17,3	13,2	36,8
Lejlighed 4	268 A (st.)	6,7	16,1	5,1	16,1	11,7	32,2
Lejlighed 5	270 D (1.)	7,8	17,2	3,7	16,7	11,4	33,9
Lejlighed 6	268 D (1.)	7,8	19,4	6,1	16,3	13,8	35,8
Lejlighed 7	268 C (1.)	8,9	19,4	4,1	17,1	12,9	36,5
Lejlighed 8	270 C (1.)	7,8	20,6	4,5	16,8	12,3	37,3
Middelværdier (l/s)		7,8	18,9	4,9	17,1	12,7	35,9
Totalmængder (l/s)						101	288
Totalmængder (m ³ /h)						365	1035

Nedenfor er grundlaget vist for hvordan de enkelte målinger er foretaget i lejlighederne ved den sidste måling 06-08-2013:

Lejlighed 1		270 B (st.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	28		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	7,8		
Lejlighed 1		270 B (st.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	68		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	18,9		
Lejlighed 1		270 B (st.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	16		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	4,5		
Lejlighed 1		270 B (st.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	65		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	17,9		
Aktuel drift på måletidspunkt:					
Emhætte		l/s	18,9		
Bad		l/s	17,9		
Totaludsugget mængde		l/s	<u>36,8</u>		
Lejlighed 2		270 A (st.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	28		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	7,8		
Lejlighed 2		270 A (st.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	72		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	20,0		
Lejlighed 2		270 A (st.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	21		Målt centerhast. (v)

	q	l/s	5,9		1,06
Lejlighed 2	270 A (st.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	66		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	18,3		3,29
Aktuel drift på måletidspunkt:					
Emhætte		l/s	7,8		
Bad		l/s	<u>18,3</u>		
Totaludsugt mængde		l/s	<u><u>26,1</u></u>		
Lejlighed 3	268 B (st.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	29		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	8,1		1,45
Lejlighed 3	268 B (st.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	70		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	19,4		3,5
Lejlighed 3	268 B (st.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	19		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	5,2		0,93
Lejlighed 3	268 B (st.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	62		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	17,3		3,12
Aktuel drift på måletidspunkt:					
Emhætte		l/s	19,4		
Bad		l/s	<u>17,3</u>		
Totaludsugt mængde		l/s	<u><u>36,8</u></u>		

Lejlighed 4		268 A (st.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	24		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	6,7		
Lejlighed 4		268 A (st.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	58		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	16,1		
Lejlighed 4		268 A (st.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	18		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	5,1		
Lejlighed 4		268 A (st.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	58		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	16,1		
Aktuel drift på måletidspunkt:					
Emhætte		l/s	16,1		
Bad		l/s	16,1		
Totaludsugget mængde		l/s	<u>32,2</u>		
Lejlighed 5		270 D (1.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	28		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	7,8		
Lejlighed 5		270 D (1.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	62		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	17,2		
Lejlighed 5		270 D (1.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	

Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	13		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	3,7		0,66
Lejlighed 5	270 D (1.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	60		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	16,7		3,0
<u>Aktuel drift på måletidspunkt:</u>					
Emhætte		l/s	17,2		
Bad		l/s	16,7		
Totaludsugt mængde		l/s	33,9		
Lejlighed 6	268 D (1.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	28		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	7,8		1,4
Lejlighed 6	268 D (1.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	70		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	19,4		3,5
Lejlighed 6	268 D (1.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	22		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	6,1		1,09
Lejlighed 6	268 D (1.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.			
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	59		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	16,3		2,94
<u>Aktuel drift på måletidspunkt:</u>					
Emhætte		l/s	19,4		
Bad		l/s	16,3		
Totaludsugt mængde		l/s	35,8		

Lejlighed 7		268 C (1.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	32		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	8,9		
Lejlighed 7		268 C (1.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	70		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	19,4		
Lejlighed 7		268 C (1.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	15		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	4,1		
Lejlighed 7		268 C (1.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h			Målt centerhast. (v)
	q	l/s			
Aktuel drift på måletidspunkt:					
Emhætte		l/s	19,4		
Bad		l/s	4,1		
Totaludsugt mængde		l/s	23,5		
Lejlighed 8		270 C (1.)	Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	28		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	7,8		
Lejlighed 8		270 C (1.)	Emhætte. Forceret drift - høj fugt indst.		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	74		Målt centerhast. (v)
	q	l/s	20,6		
Lejlighed 8		270 C (1.)	Bad. Uforceret drift - lav fugt indst.		

Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	16	Målt centerhast. (v)
	q	l/s	4,5	0,81
Lejlighed 8		270 C (1.)	Bad. Forceret drift - høj fugt indst.	
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note
Målt med lille Kimotragt	q	m ³ /h	60	Målt centerhast. (v)
	q	l/s	16,8	3,02
<u>Aktuel drift på måletidspunkt:</u>				
Emhætte		l/s	7,8	
Bad		l/s	16,8	
Totaludsugget mængde		l/s	24,6	

Som det fremgår af måle- og registreringsdataene her, er luftmålingerne alle taget med en lille måletragt, der sammenholdt med vore TSI 9555 lufthastighedsmåler med anemometer ved en centermåling giver luftmængden = volumenstrømmen over ventilen i m³/h ved at gange målingen i m/s med en faktor 20 (for den pågældende tragt). Regnearket ovenfor omregner også målingerne til l/s.

Fejlbehæftede målinger på emhætter i første omgang

Ved måling af de konkrete volumenstrømme over emhættterne i lejlighederne, blev det i første omgang forsøgt, at måle direkte på udsugningsrøret over emhætten, som det ses på nedenstående fotos og efterfølgende beregning (med et rødt kryds over). Det viste sig desværre i praksis, at måleplanet var for tæt på ventilen, således der blev dannet for meget turbulens, hvorfor måleværdierne ikke var valide. I praksis blev de målte værdier en del for høje. Så der skulle findes en anden metode.



Beskyttelse af elektronik inden boring



Måling af luftstrøm i kanal (4 steder i røret)

Eksempel på forgæves beregning af volumenstrøm efter måling i emhættekanal:

Lejlighed 2 270 A (st.) Emhætte. Uforceret drift - lav fugt indst.					Måleværdier - hastighed (v)		
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note	Målepkt.	Retning H	Retning V
Hastighed	v_m	m/s	3,53	<i>middelværdi</i>	1	4,1	6,4
Diameter, cirkulært rør	D	mm	120		2	2,0	1,6
Areal, cirkulært rør	A	m ²	0,91		3		
Korrektionsfaktor	K		0,96	<i>se tabeller i side 17</i>	4		
Volumenstrøm	q_v	m ³ /s	0,04	$q_v = v_m \cdot A \cdot K$	5		
Volumenstrøm	q_v	m ³ /h	138		6		
Volumenstrøm	q_v	l/s	38,3		7		

Valide målinger på emhætter

Som det fremgår af grundlaget for måling i de enkelte lejligheder d. 06-08-2013 ovenfor, er vi endt med at måle emhættene i normal og forceret drift vha. en målekasse specialfremstillet til formålet kombineret med samme tragt, som er benyttet til udsugningsventilerne i badeværelserne (se de 2 fotos nedenfor).



Måleopstilling med opspændt tætnet målekasse på emhætte og tragt



Konkret måling af luftstrøm i en emhætte

Ovenstående metode fungerer og giver troværdige måleresultater. Da lufthastigheden er relativt lav og vejen gennem målekassen er kort og åben, er det forøgede tryktab som kassen medfører hen mod målestedet minimal og negligerbar i den endelige måling.

I grundlaget for måling i de enkelte lejligheder d. 06-08-2013 ovenfor kan også ses, at den samlede udsugede luftmængde fra de enkelte lejligheder med den indstilling ventilerne nu har haft på måletidspunktet også er noteret og sammenlagt som "Aktuel drift på måletidspunkt". Disse 8 samlede

målte udsugningsmængder er opsummeret og middelværdien pr. lejlighed beregnet. Efterfølgende er hovedluftmængden i kanalen hen mod udsugningsventilatoren målt.

Sammenligning af hovedluftmængder og afledt middeludsugningsværdi for de 2 metoder er sammenholdt i skemaet nedenfor

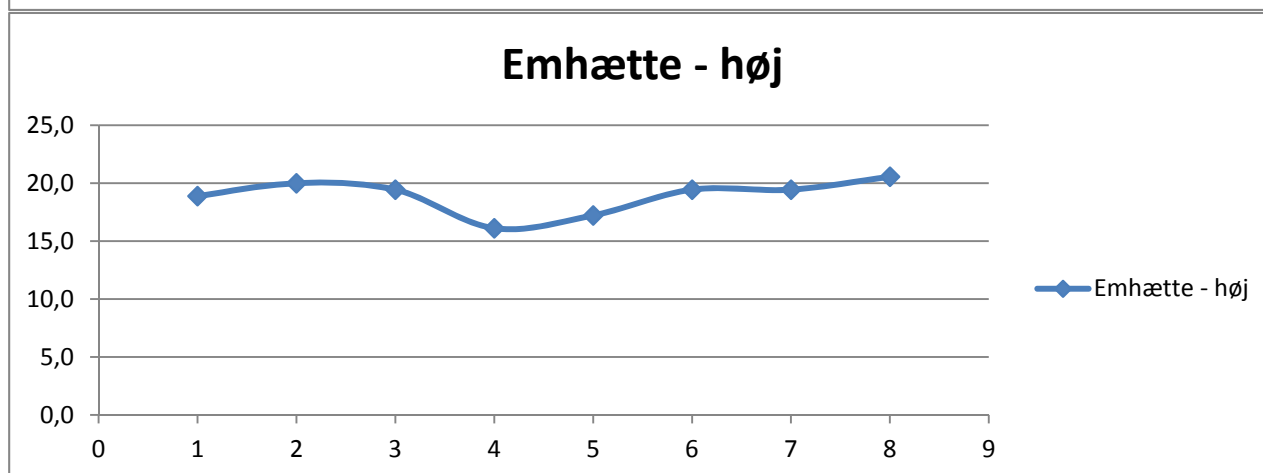
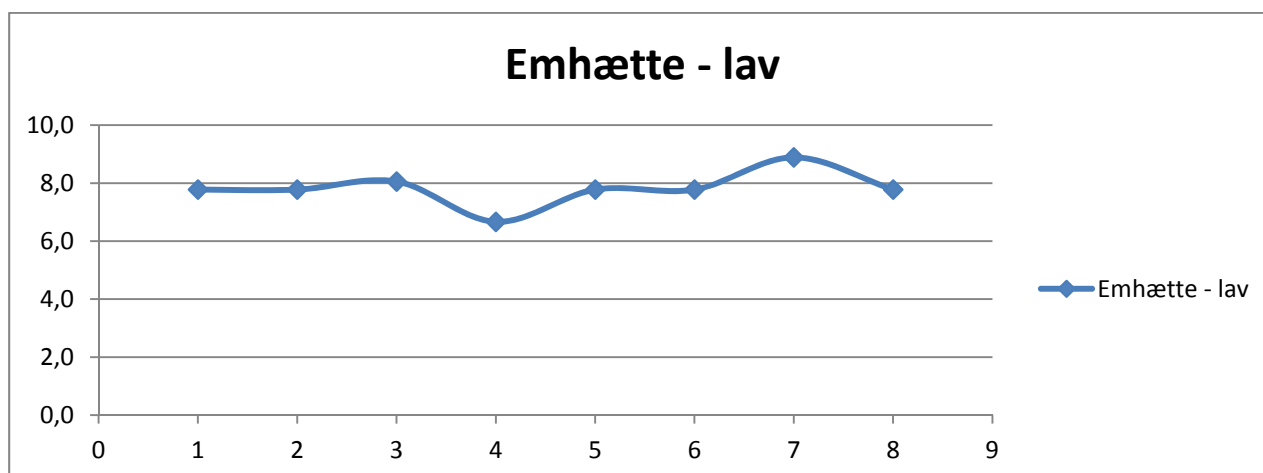
Hovedudsugningsanlæg på loftet				
Parameter	Symbol	Enhed	Værdi	Formel/note
Hastighed	v_m	m/s	3,50	<i>middelværdi</i>
Diameter, cirkulært rør	D	mm	315	
Areal, cirkulært rør	A	m ²	0,08	
Korrektionsfaktor	K		0,97	
Volumenstrøm	q_v	m ³ /s	0,26	
Volumenstrøm	q_v	m ³ /h	952	
Volumenstrøm	q_v	l/s	264,6	
Deraf afledt middeludsug pr. lejlighed		l/s	33,1	
<p>Datoen og tidspunktet taget i betragtning (varmt, fugtigt ude og solrigt), gør at vi kan konstatere, at de fleste ventiler har stået på høj på måletidspunktet enten grundet høj fugt eller høj temperatur i badeværelset.</p>				
Sammenlagte volumenstrømme målt i lejlighederne ved de aktuelle positioner:				
Volumenstrøm	q_v	l/s	249,6	
Deraf afledt middeludsug pr. lejlighed		l/s	31,2	
Aktuel afvigelse fra hovedluftmåling:			5,7%	

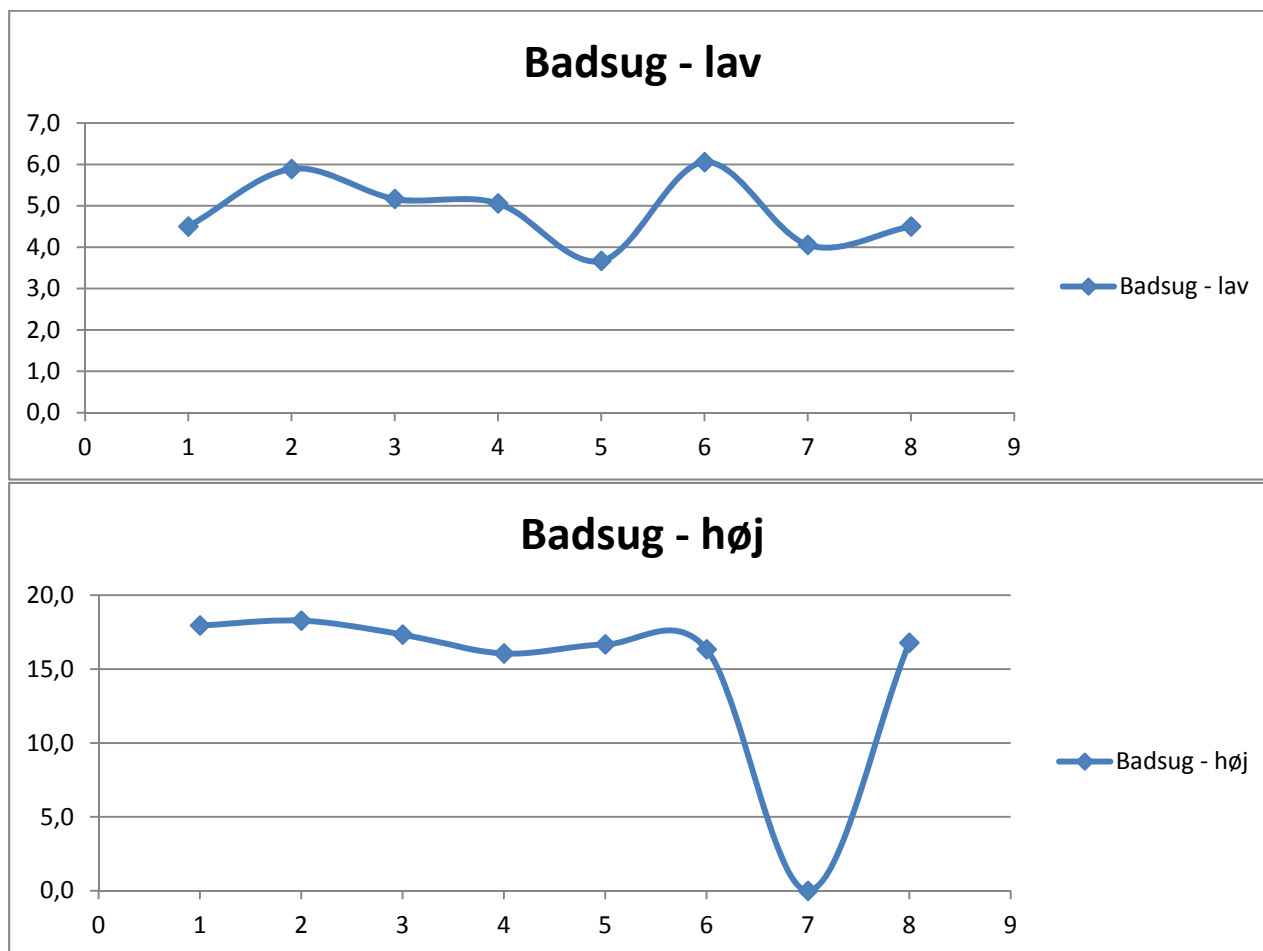
Der er således i gennemsnit målt 5,7 % lavere værdier i lejlighederne end der måles på hovedkanalen. Forskellen er så relativt lille, at det indikerer valide målinger. Det kan være et udstyk for Metodefejlen ved denne type måling, som ligger på omkring $\pm 7\%$, men kan også skyldes at ventiler i løbet af måleperioden på ca. 3-4 timer har ændret position, hvorfor totalluftmængden på hovedkanalen flytter sig – og endeligt kan det at afvigelsen er lavere end hovedluftmængden skyldes, at de enkelte målinger på emhættene bliver en anelse for lave grundet tryktab i målekassen.

Hermed en gentagelse af de målte luftmængder i lejlighederne (ekskl. den høje værdi i lejlighed 7), opsamlinger på middelværdier og totalmængder – samt efterfølgende de afledte kurver heraf:

Måling nr.	Hus nr.	Emhætte		Bad		Totalt udsug	
		lav	høj	lav	høj	lav	høj
Lejlighed 1	270 B (st.)	7,8	18,9	4,5	17,9	12,3	36,8
Lejlighed 2	270 A (st.)	7,8	20,0	5,9	18,3	13,7	38,3
Lejlighed 3	268 B (st.)	8,1	19,4	5,2	17,3	13,2	36,8
Lejlighed 4	268 A (st.)	6,7	16,1	5,1	16,1	11,7	32,2
Lejlighed 5	270 D (1.)	7,8	17,2	3,7	16,7	11,4	33,9
Lejlighed 6	268 D (1.)	7,8	19,4	6,1	16,3	13,8	35,8
Lejlighed 7	268 C (1.)	8,9	19,4	4,1		12,9	
Lejlighed 8	270 C (1.)	7,8	20,6	4,5	16,8	12,3	37,3

Middelværdier (l/s)	7,8	18,9	4,9	17,1	12,7	35,9
Totalmængder (l/s)					101	251
Totalmængder (m ³ /h)					365	904



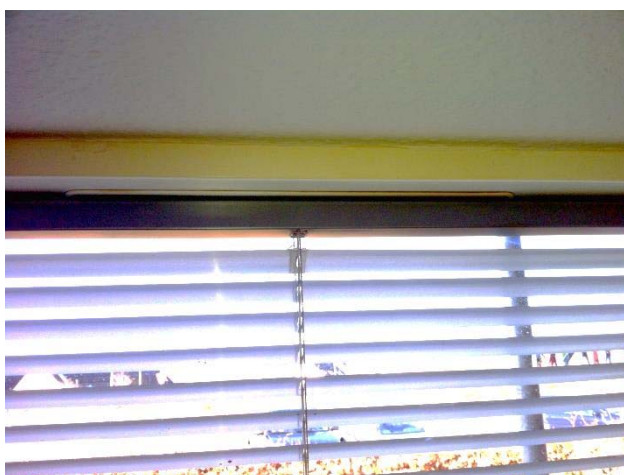


Ovenstående kurver viser, at de valgte indstillinger for de enkelte ventiler i badudsug hhv. emhætter medfører relativt ensartede værdier for suget i lejlighederne – og dette til trods for, at det ikke er muligt i den konkrete installation, at regulere på de enkelte strenge ud til lejlighederne.

Det blev observeret, at mange beboere ikke havde nogen – eller ret mange friskluftventiler til indtag af erstatningsluft åbne.



Foto af en lukket friskluftventil i et lejlighedsvindue



Installation af persienner hen over en friskluftventil

Dette vil medføre et varierende undertryk i lejlighederne alt efter indstilling. Som det med lidt god vilje ses af 2. foto ovenfor var det ikke muligt at åbne alle friskluftventiler, da nogle var blokerede af persiener. Målingerne er derfor udført med de indstillinger af friskluftventiler beboerne nu engang har haft. Ved den sidste måling på en varm sommerdag i august (06-08-13) har dette spillet mindre ind, da flertallet af beboere (som var hjemme) har haft et eller flere vinduer – alternativt døre – åbne til det fri.

Problem med støv/tekstilfug fra tørretumblere

På 2 badeværelser var der installeret tørretumblere uden eksternt aftræk. Den ene var beregnet til aftræk, men slangen lå på gulvet. Den anden var en kondensørretumbler. I begge tilfælde var der bygget så meget støv og fug op i ventilåbningen, at det målbart nedsatte sugeevnen. Som i alle andre ventilationsløsninger med ventiler, bør disse renses med jævne mellemrum. Her blot relativt ofte – sandsynligvis med fordel hver 3. måned.

Forsøg med fugt og varme

På stikprøvevis blev der udført forsøg med både varmepåvirkning og fugtpåvirkning af ventilerne på badeværelserne, som er indstillet til at gå i høj dels den relative fugtighed overstiger 55 % RH, dels når temperaturen overstiger 26 °C. På badeværelserne blev dette testet med ånde, fugtet papir, damp fra elkedler og kaffemaskiner samt hårtørrere.

På emhættene er temperaturfunktion inaktiv. De kan manuelt forceres i interval af en ½ time ved aktivering af knap på fronten, men går også selv i høj drift (forceret), tilsvarende på badeværelser, hvis fugtigheden overstiger 55 % RH. På fotoet nedenfor ses denne funktion testet med succes, hvor der stilles 4 kopper med friskkogt vand ind i målekassen. Efter nogle sekunder, går emhætten selv på høj drift, samt falder, når dampen fjernes igen (da den generelle luftfugtighed i køkkenet aktuelt er lav).



Foto af fugtforsøg på emhætte monteret med målekasse

På sommermåledagen d. 06-08-13, hvor der varmt udenfor, kan det konstateres, at mange ventiler i både badudsug og emhætter naturligt står i høj position. F.eks. i lejlighed 2. Her er emhætten på lav men badudsug på høj drift. Ved kontrol af Testologgeren på badeværelset ses øjebliksværdier på 28,1 °C og 46,5 % RH, hvilket således matcher tilstanden. I lejlighed 5 viste Testologgeren ved køkken/stue 28,0 °C og

54 % RH (loggeren i badet viste lignende værdier), hvilket som forventet medførte at både emhætte og badudsug stod i høj.

Notat og observationslog fra lejlighederne

Nedenfor er den løbende logbog over noter, fejl og observationer på måledagene indsat til generel information.

Lejl lb nr	Hus nr.	Bemærkning vedr. bad-udsug	Kræver aktion
1	270B st	Emhætte og bad stod i høj på måletidspunkt	
2	270A st	Emhætte står i lav. Den går i høj ved test med dampene vand fra kopper og kedel. Badsug står i høj grundet temp. (28,6°C; RH: 46,5%) Ventil reagerer slet ikke på fugt. Den skiftes med den som Claus afmonterede fra i 268D 1., som fungerede fint. Måling taget. Kommentar fra 7-5-13: Der observeres problemer med, at motoren kan køre spindlen ud. Den får impuls og forsøger også at køre, men kan ikke dreje skruen, selvom den føles "let" i hånden. Således mangler måling ved høj fugt.	
3	268B st	Emhætte står i høj. Badsug står i høj. (28,1°C; RH: 51%) Med kaffemaskinevarmt vand får vi ventilen i høj efter ca. 2 min. Sammenholdt med sidste kommentar, virker fugtsensoren meget træg. ventilen bør ideelt skiftes. Kommentar fra 7-5-13: Vi har mistanke til, at fugtsensoren er defekt. Uanset hvor meget den blev påvirket af fugtig ånde, ville den ikke styre i høj (som den eneste). Således mangler måling ved høj fugt	X
4	268A st	Emhætte står i høj. Badsug står i høj	
5	270D 1.	Emhætte står i høj. Badsug står i høj. (28,0°C; RH: 54%) Badventil indstillet (15 mm vandring). Der var også her fnug i ventil grundet kombineret vaskemaskine og tørretumbler. Der måles ikke på høj grundet fugtføler hverken reagerer på damp	X

		<p>fra kedel, CD ånde eller forsøg med hårtørrer, der (alternativt til fugt) gerne skulle få ventilen i høj ved temp. > 26 °C. Ventil skal skiftes.</p> <p>Kommentar fra 7-5-13:</p> <p>Kunne ikke besøges. Hund var alene hjemme</p>	
6	268D 1.	<p>Emhætte står i høj. Badsug står i høj.</p> <p>Den kvindelige beboer synes emhætten larmer på høj.</p> <p>Den mandlige (Villy) konstaterer: "Badventil går kun mod lav, når lyset slukkes, når den er i lav i forvejen"</p> <p>Måling på lav var 1,09 m/s – men først efter rensning af ventilen.</p> <p>1. måling med fnuller i en stor del af spalten var 0,44 m/s. Dannelsen af fnuller som stopper ventilen skyldes at denne lejlighed har tørretumbler på badeværelset</p>	
7	268C 1.	<p>Emhætte står i høj. Badsug er ukendt – kan stadig ikke afmonteres (24,8°C; RH: 65,2%)</p> <p>Niels Schondel kan heller ikke afmontere ventilen, hvilket skyldes måden røret de skrues i er monteret. Det kræver sandsynligvis en destruktiv handling at få den ud. Altså ventil skal skiftes – og røret modificeres</p> <p>Kommentar fra 7-5-13:</p> <p>Vi kunne ikke afmontere ventilen fra væggen. Så denne mangler også ny indstilling af vandring på 15 mm.</p> <p>Desuden forsøger denne ventil også (som i 268D 1.), at køre i lav, når lyset på badeværelset slukkes</p>	X
8	270C 1.	<p>Emhætte står i lav. Forsøg med damp får den straks i høj. Badsug står i høj grundet temp. (Køkken: 28,6°C; RH: 48,5% - Bad: 29,4°C; RH: 48,1%)</p>	

Bilag 16 Centralmålinger på loft

I gennem hele perioden blev der foretaget målinger i lejlighederne.

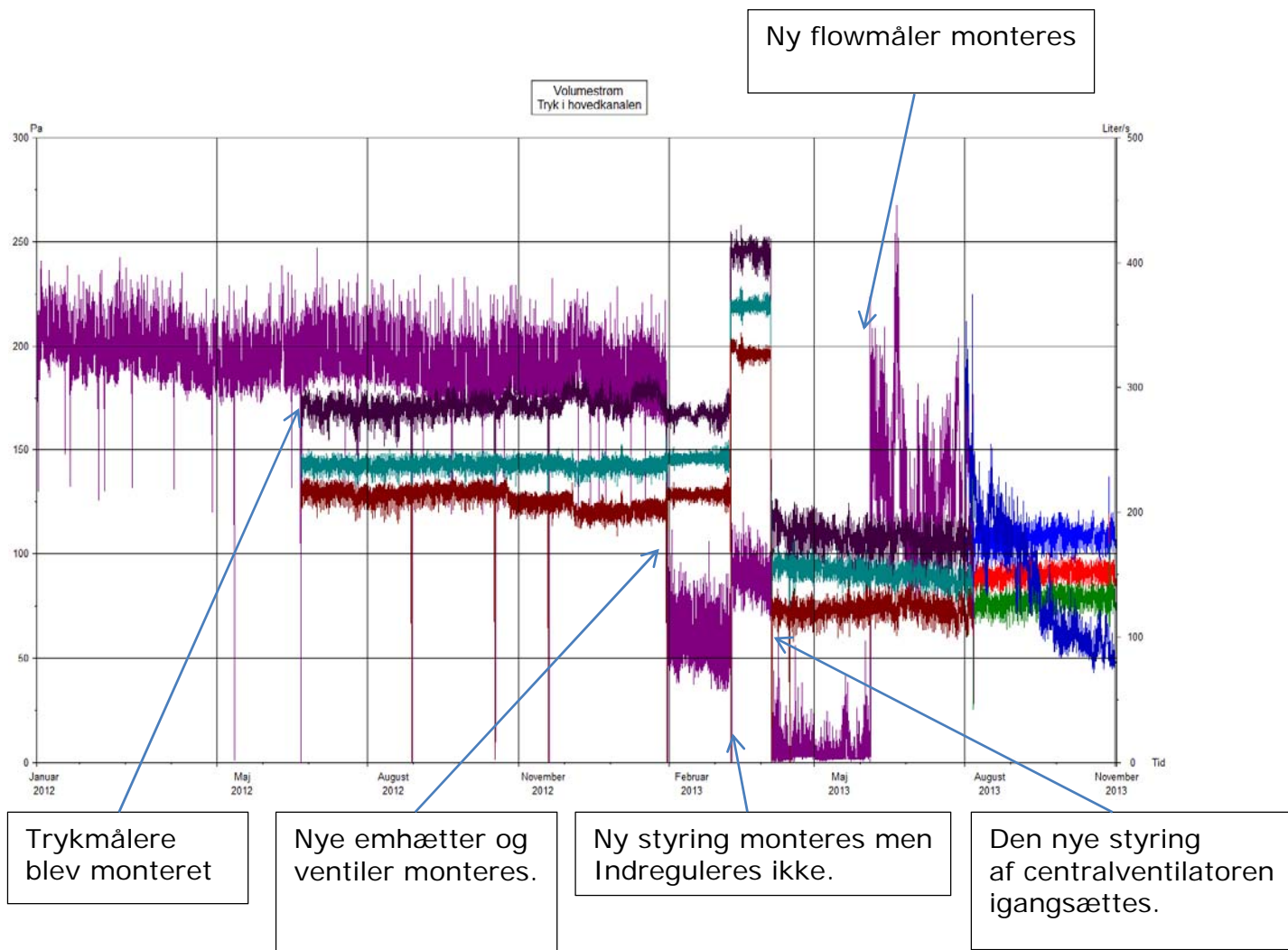
Dette blev gjort for at få et overblik over, hvordan fugtigheden og temperaturen ændrede sig i lejlighederne. Der blev foretaget 3 målinger i hver lejlighed. Målerne var placeret i køkken/alrum, værelse samt badeværelse. De anvendte målere var af typen Testo 174H, som loggede relativ fugtighed [% rH] og temperatur [°C] for hvert 6. minut.

Dataloggerne blev manuelt tømt for data en gang hver måned.

På centraludsugningen på loftet blev der målt på tryk [Pa] (igangsat ultimo juni 2012), volumenstrøm [l/s] og effekt [kWh].

Trykket i hovedkanalen blev målt tre steder, yderst, midt og helt henne ved ventilatoren.

Volumenstrømmen blev målt i fælleskanalen med et målekryds. Da kanaltrykket blev sænket til 100 Pa i forbindelse med den nye styring, blev differenstrykket over målekrydset for lavt (2 Pa), så denne målemetode kunne ikke bruges mere. Der blev efterfølgende monteret en ny volumenstrømsmåler, så målingen igen kunne blive retvisende.



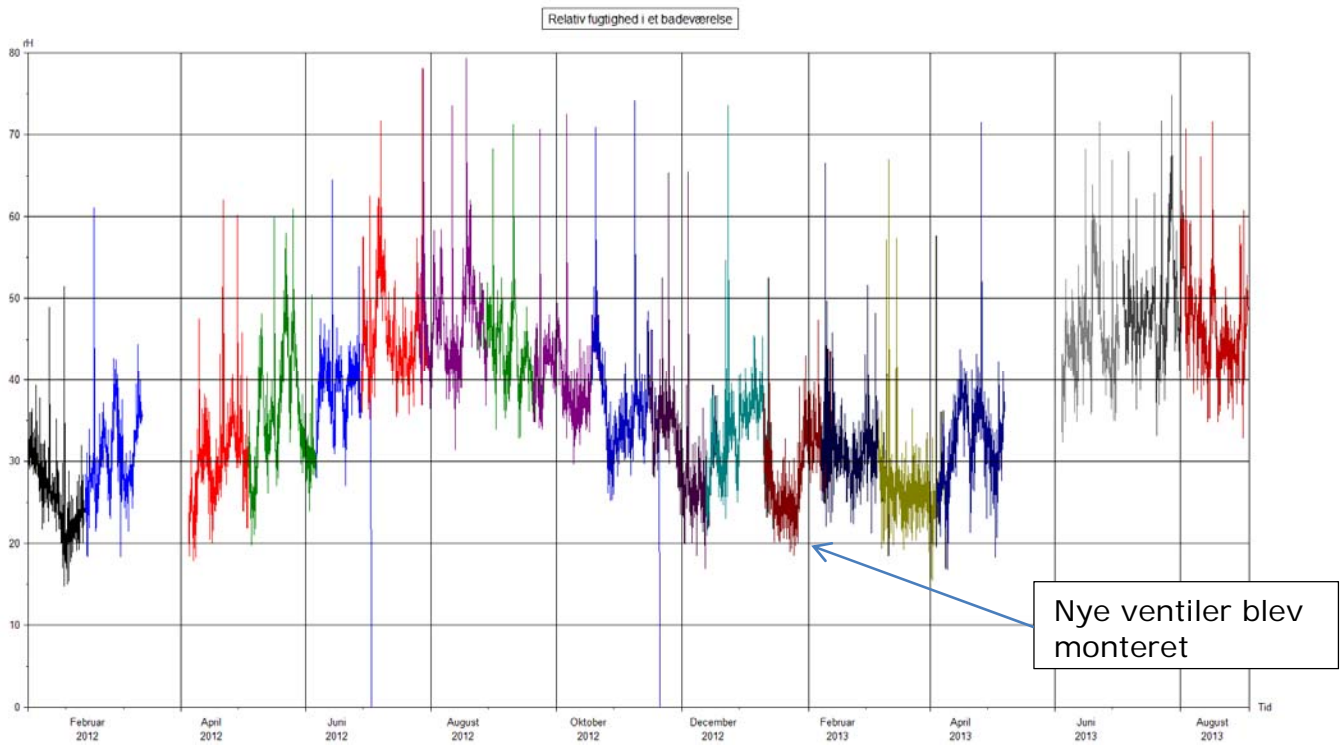


Fig. 1

Fig. 1 viser den relative fugtighed i et badeværelse. Ventilen var indstillet til at åbne for max ventilation ved en relativfugtighed på 55 % rH.

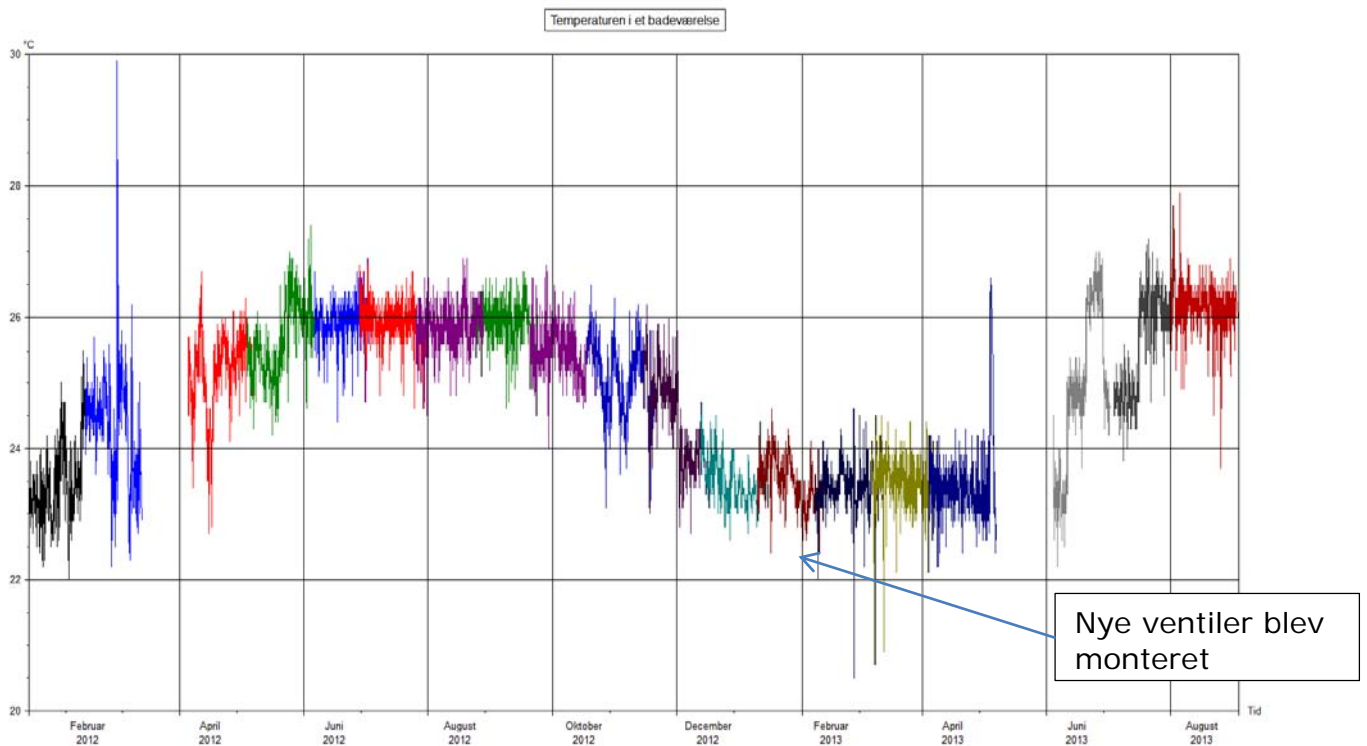
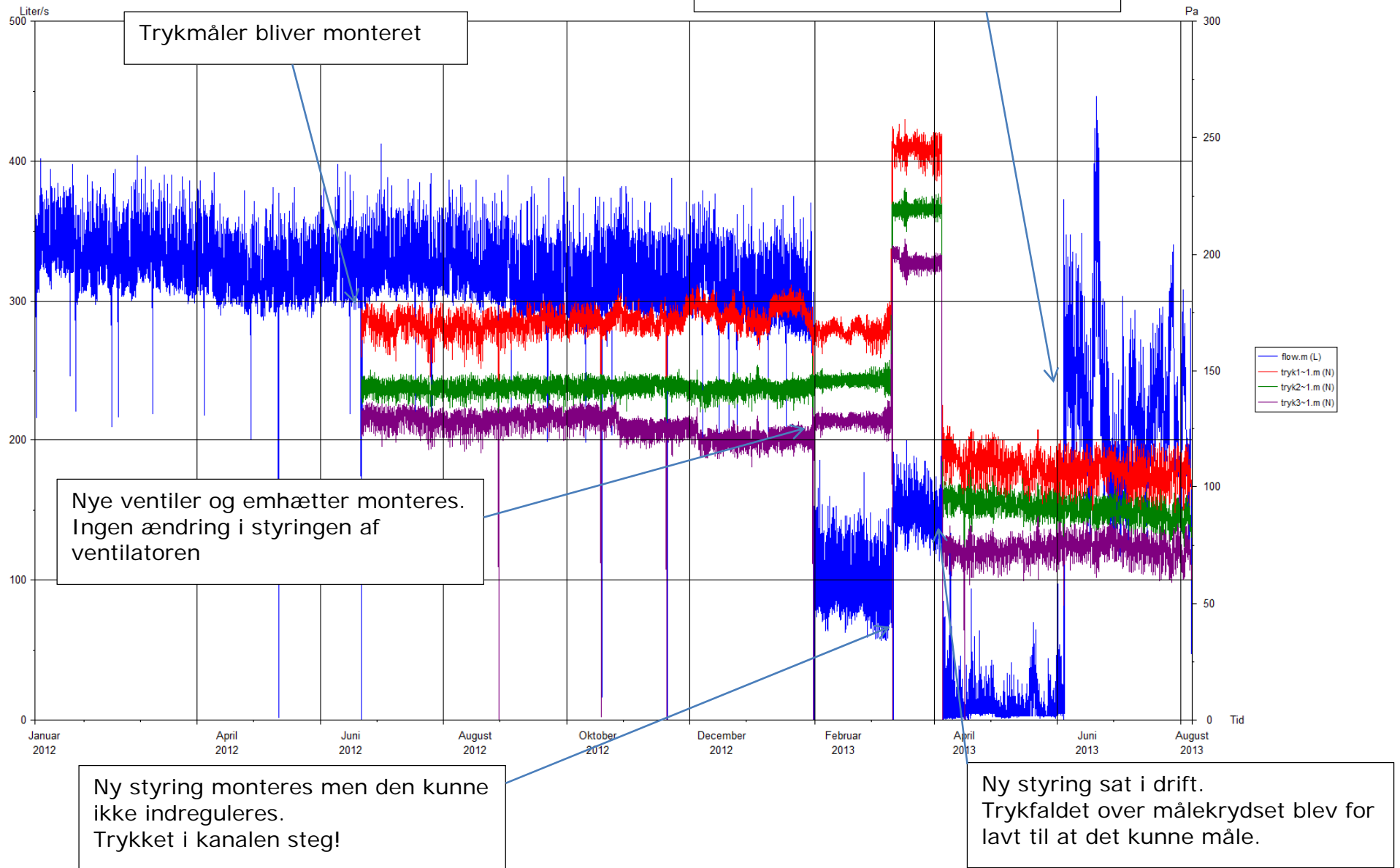


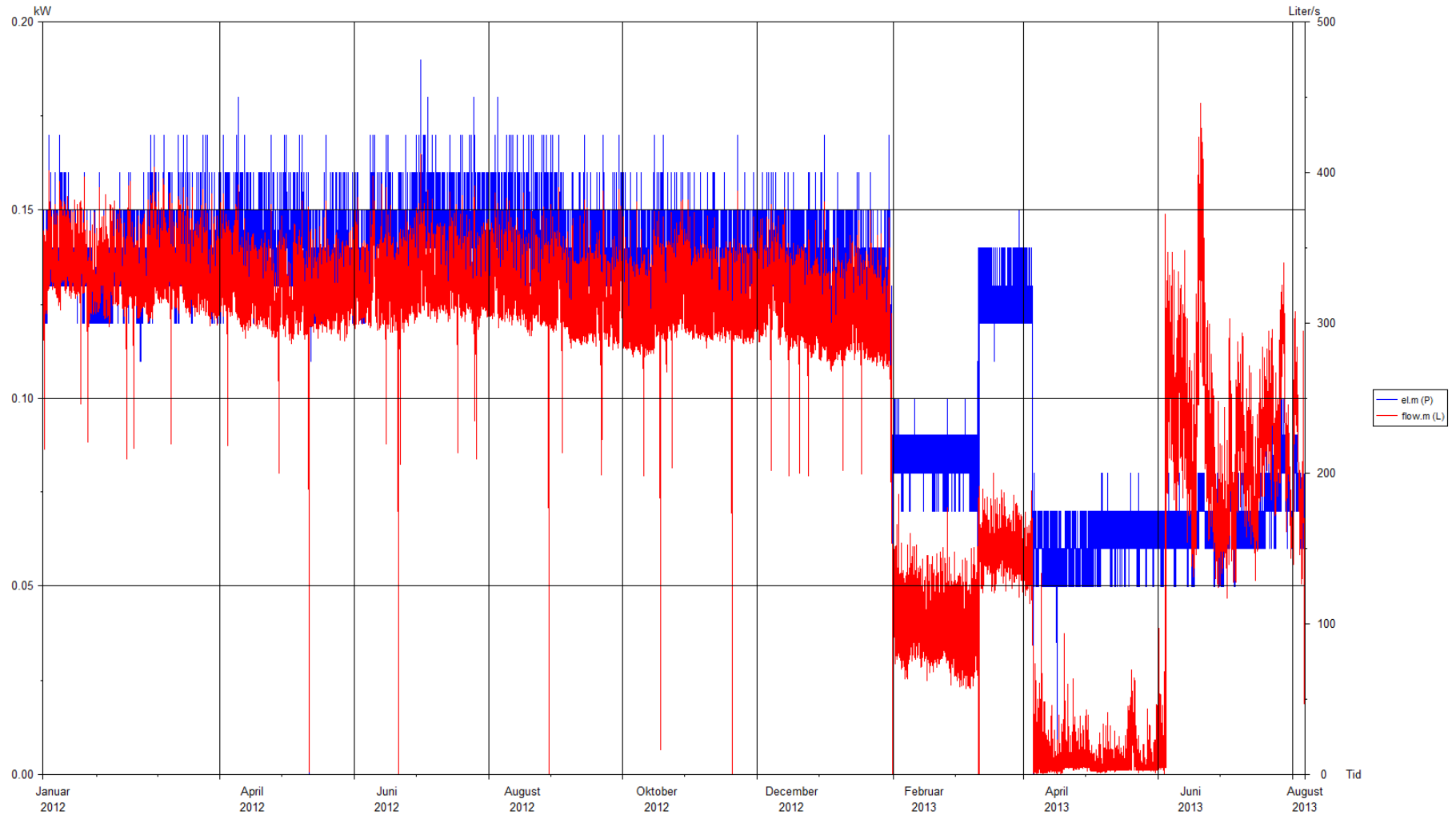
Fig. 2

Fig. 2 viser temperaturen i et badeværelse. Ventilen var indstillet til at åbne til max ventilation ved en temperatur på 26 °C.

Ud over de viste kurver er der i bilag **XXX** et udpluk af de målinger, som er foretaget i boligerne. Kurverne er samlet således, at der for hver lejlighed er vist, hvordan indeklimaet (temperatur og relativ fugtighed) var i juni 2012 og juni 2013 i henholdsvis bad, køkken og værelse.

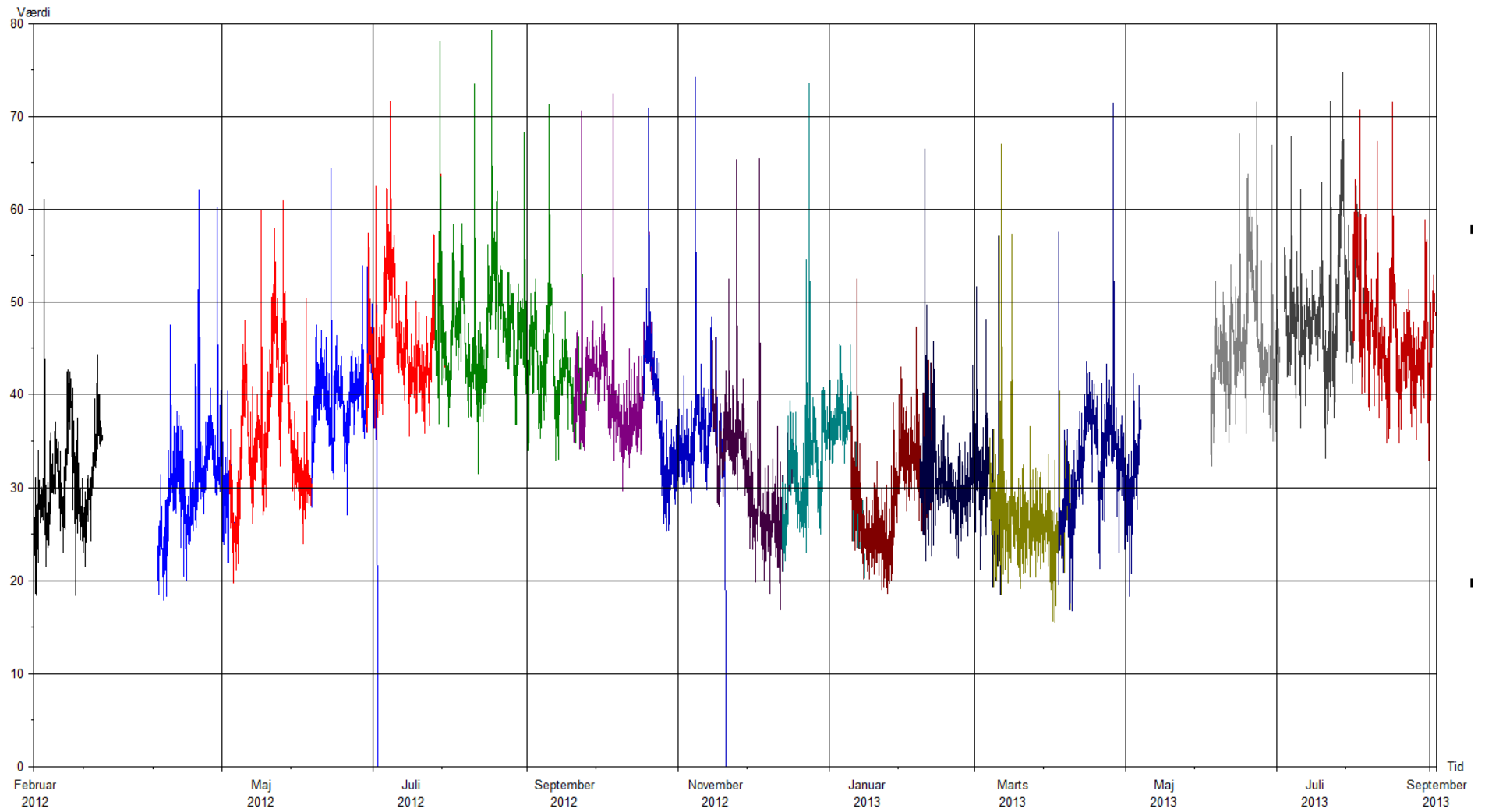
Bilag 17 Sammenhæng mellem effektoptaget for ventilator



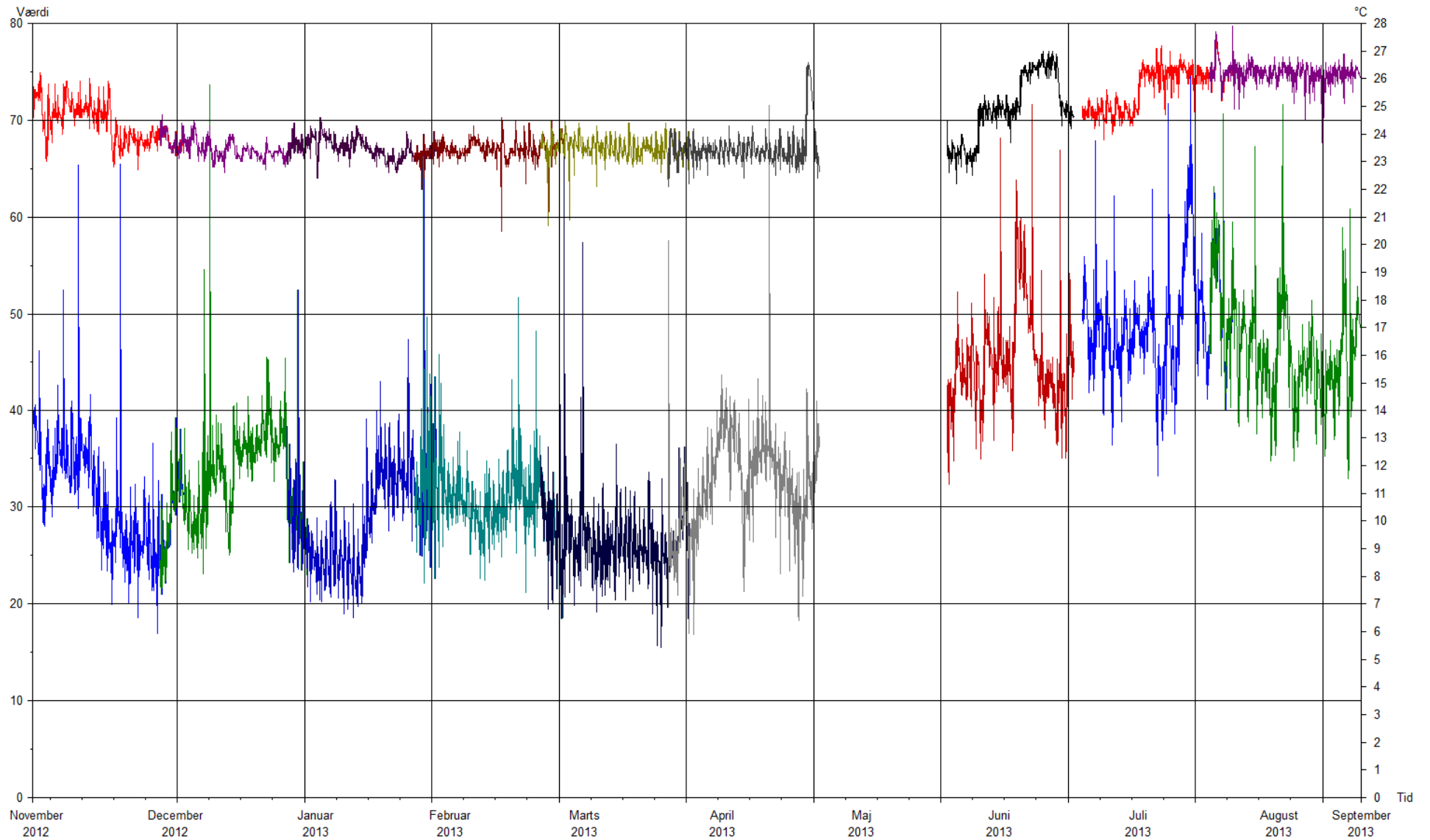


Sammenhæng mellem effektoptaget fra ventilatoren sammen med flowet i hovedkanalen.

Relativ fugtighed i badeværelse
Lejlighed 7

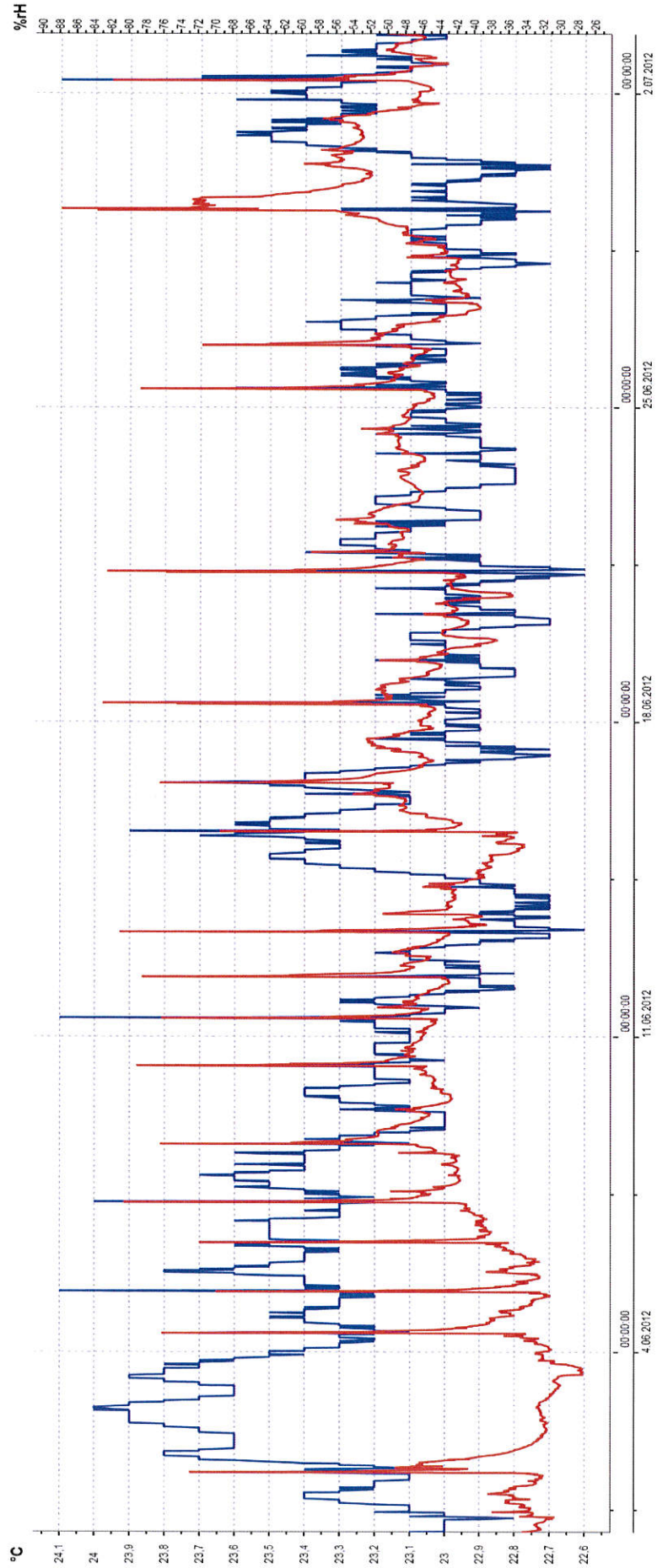


Relativ fugtighed i badeværelse i lejlighed 7.



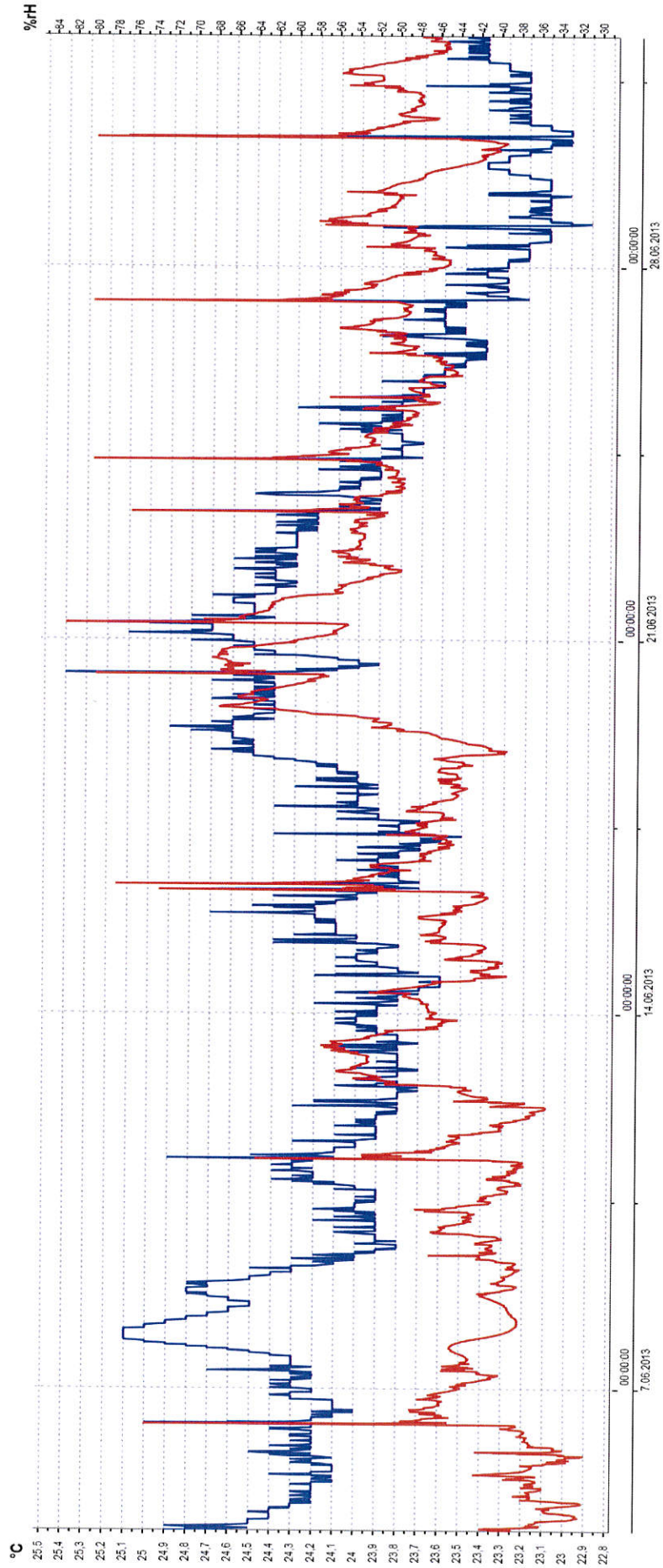
*Sammenhæng mellem fugtighed og temperatur i badeværelse i lejlighed 7.
Ventilen er indstillet til at åbne ved 26 °C og 55 % rH.*

Apparatnavn:		03-10-2013 15:14:36		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:19:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:13:00	temp [°C]	22,60	24,10	23,166	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	27,10	87,80	44,538	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36626520					

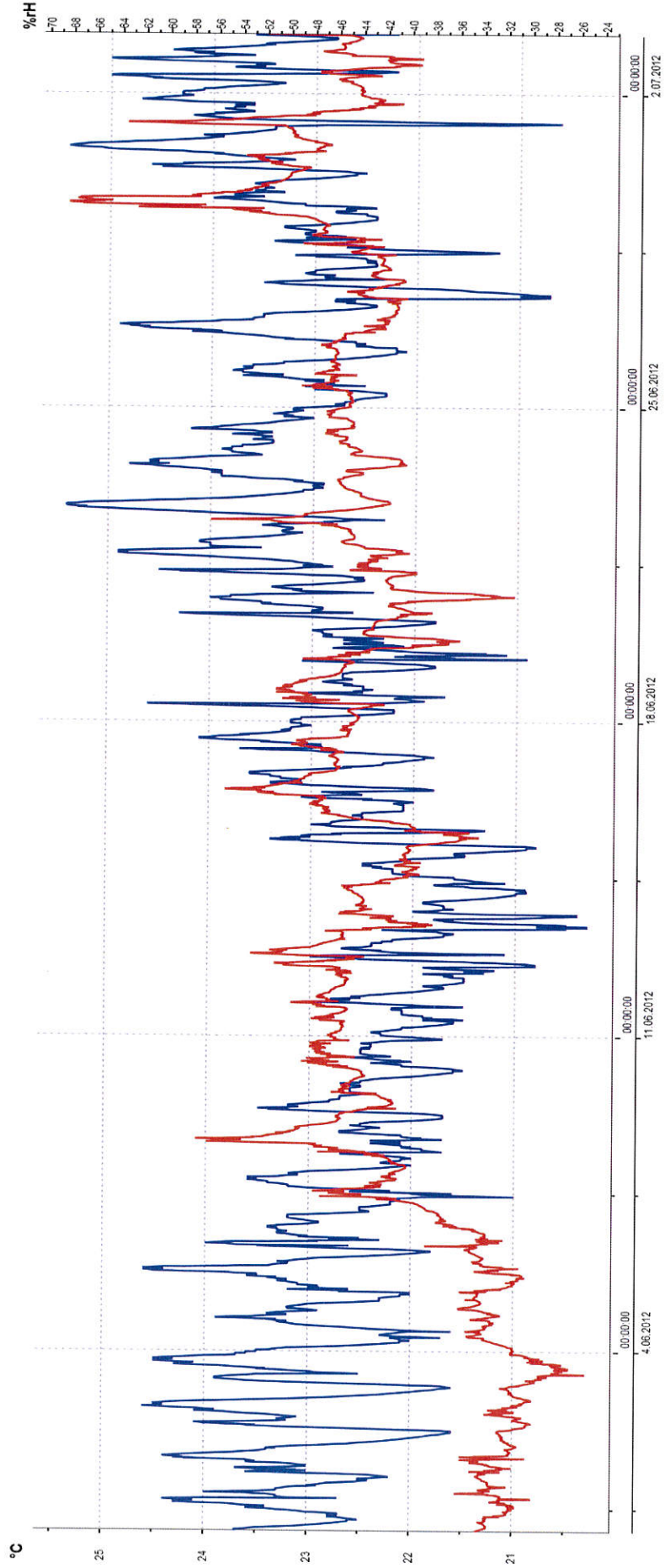


temp[°C] RF[%rH]
Bolig 1 Bad
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:32:30		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:16:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 07:58:00	temp [°C]	22,90	25,40	23,967	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	31,00	82,80	47,543	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36626520					

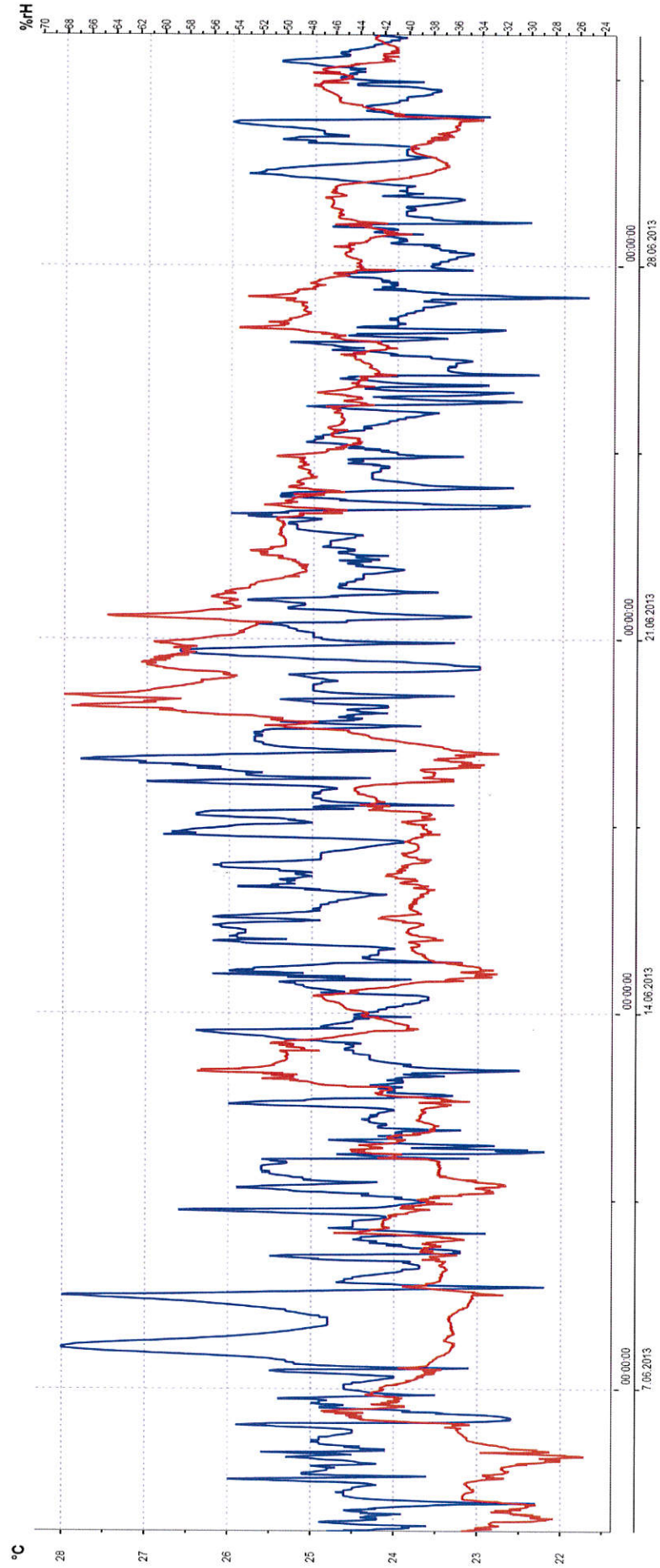


Apparatnavn:		03-10-2013 15:17:31		Side		1/1	
Starttid: 31-05-2012 00:16:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 03-07-2012 08:10:00		temp [°C]		22,885		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		42,475		0,0/100,0	
Måleværdier: 8000							
36623759							



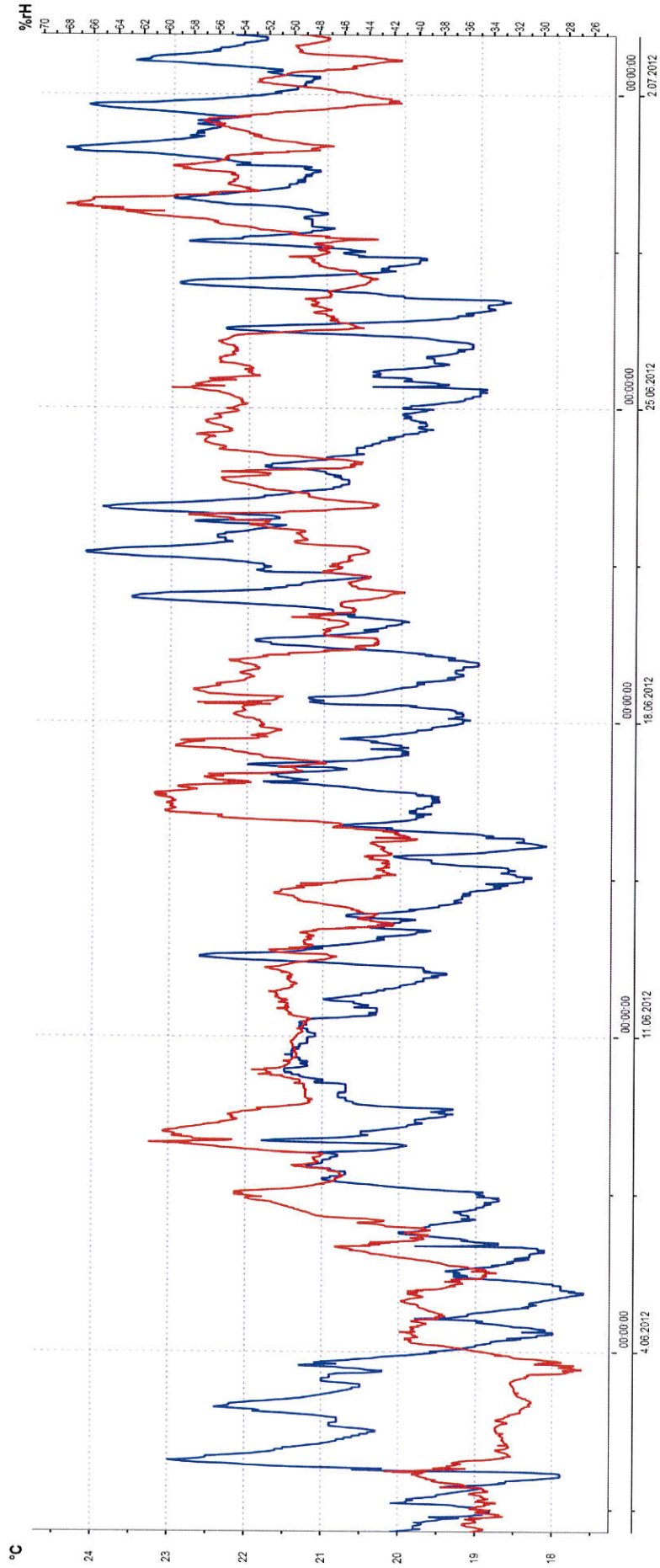
temp[°C] RF[%rH]
Bolig 1 Køkken
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:33:02		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:14:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 07:56:00		Minimum		Maksimum		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		Temp [°C]		28,00		0,0/100,0	
Måleværdier: 6718		Fugt [%rH]		68,10			
36629957							



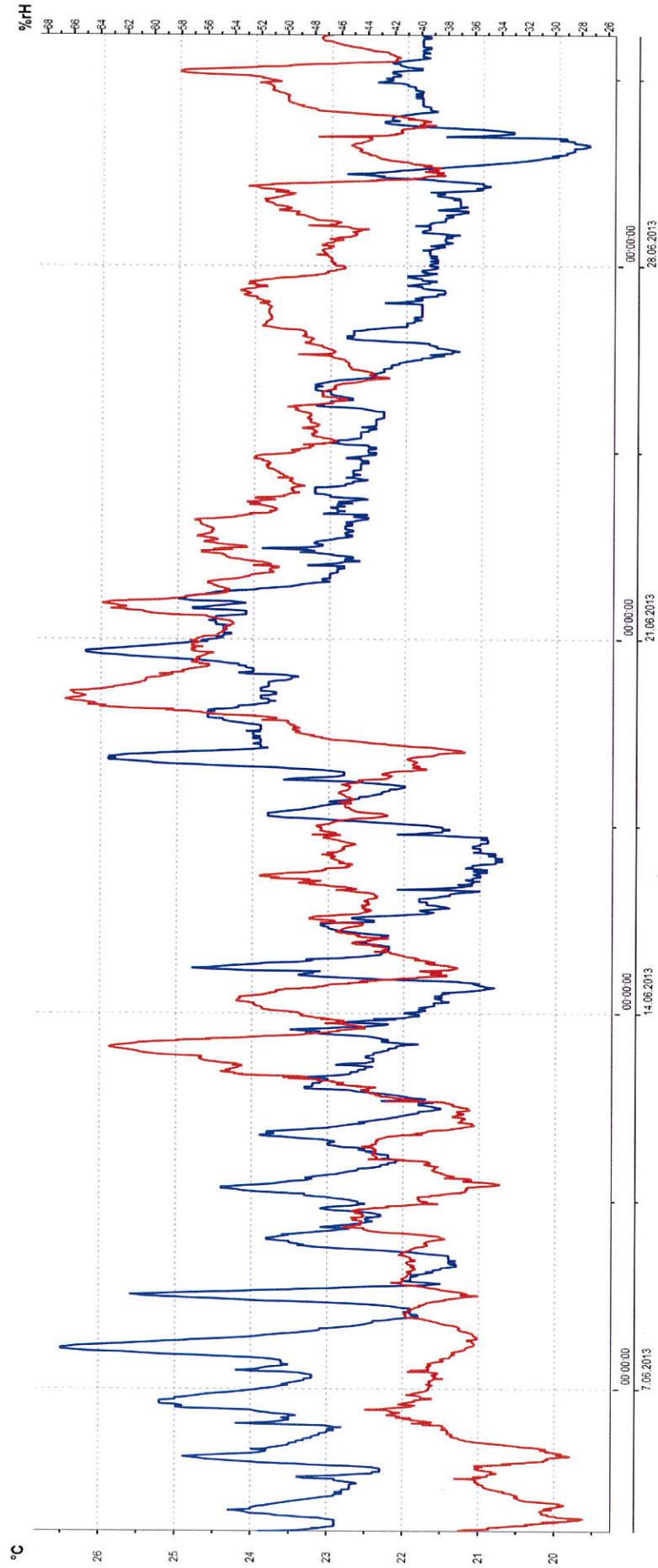
Boilig 1 Køkken
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 15:18:25		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:11:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:05:00	temp [°C]	17,60	24,40	20,544	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,40	68,20	47,465	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36623145					



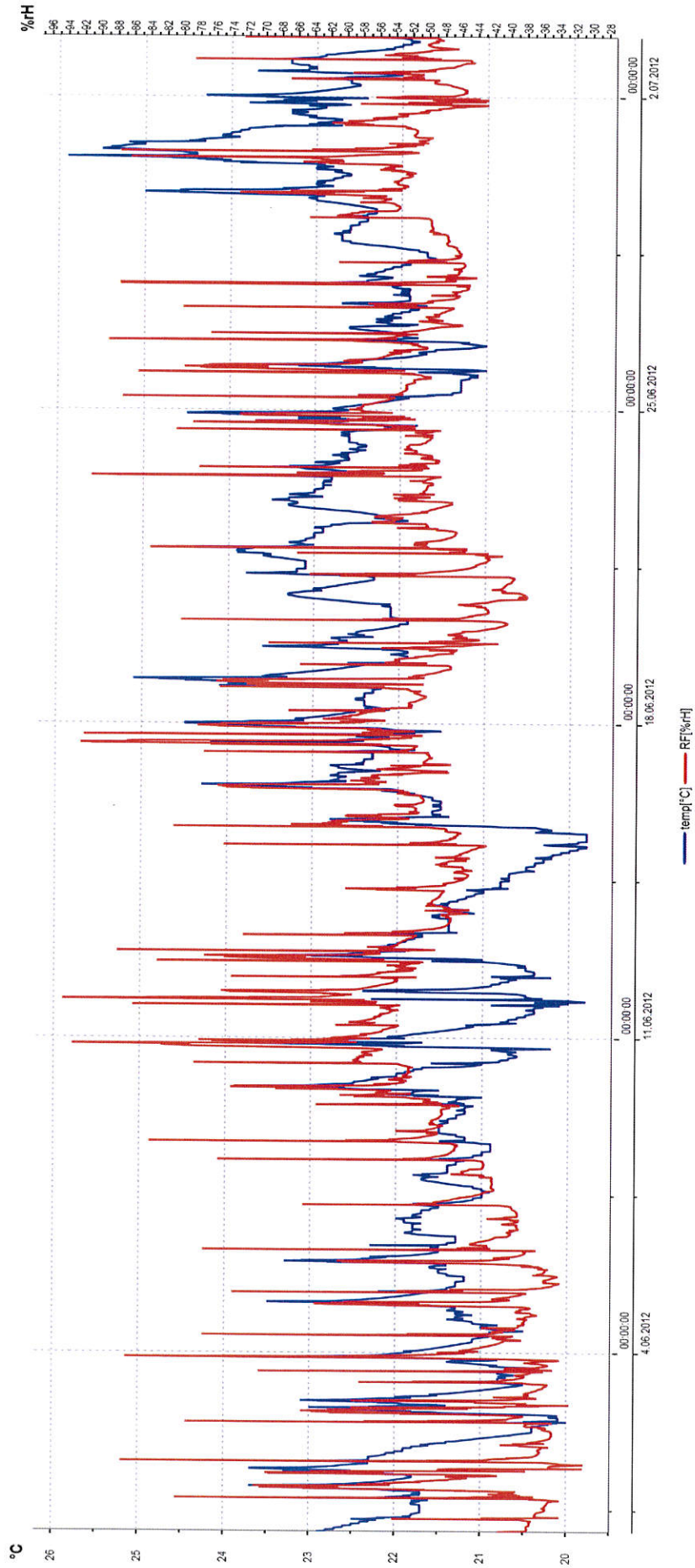
Bolig 1 Værelse
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:33:37		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:18:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:00:00		temp [°C]		22,708		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		45,854		0,0/100,0	
Måleværdier: 6718							
36623145							



Bolig 1 Værelse
Juni 2013

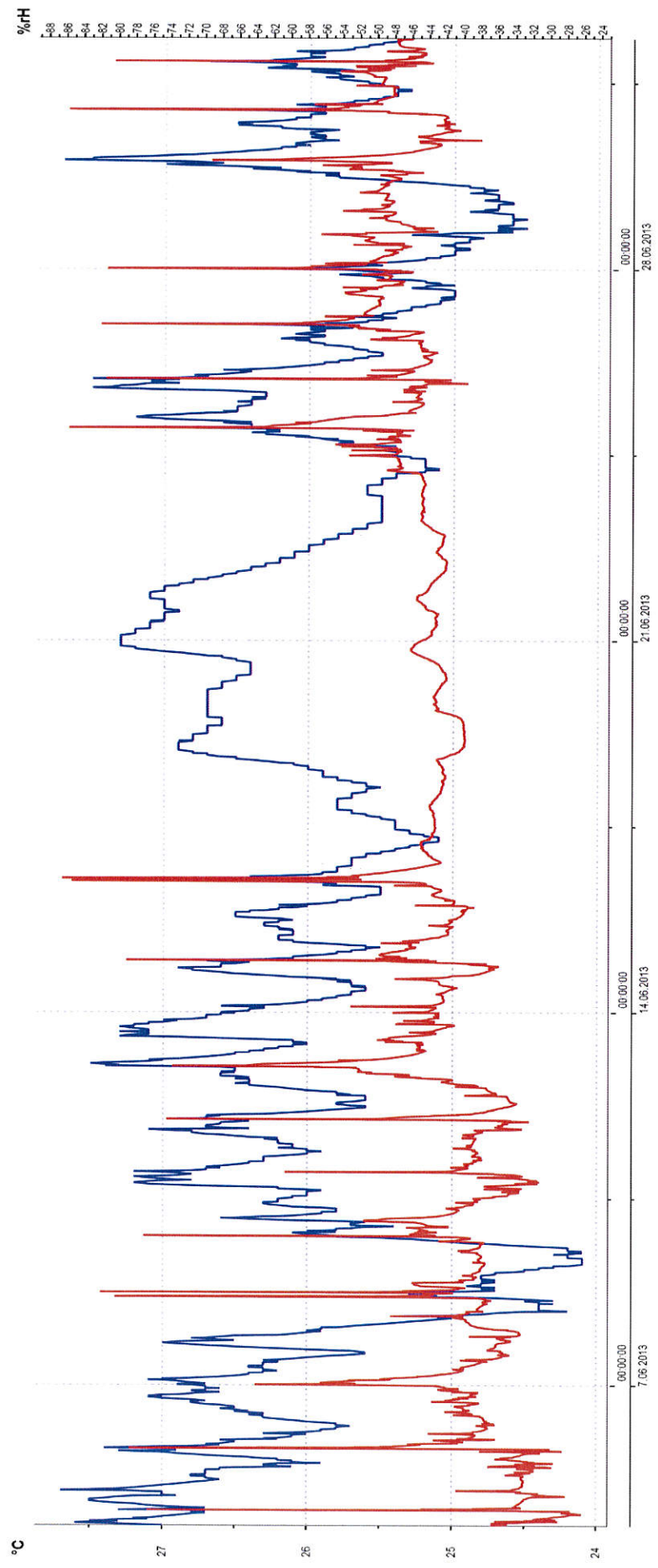
Apparatnavn:		03-10-2013 15:24:57		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:31:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:25:00	temp [°C]	19,80	25,90	22,036	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	30,30	94,10	49,429	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36628667					



temp[°C] RF[%rH]

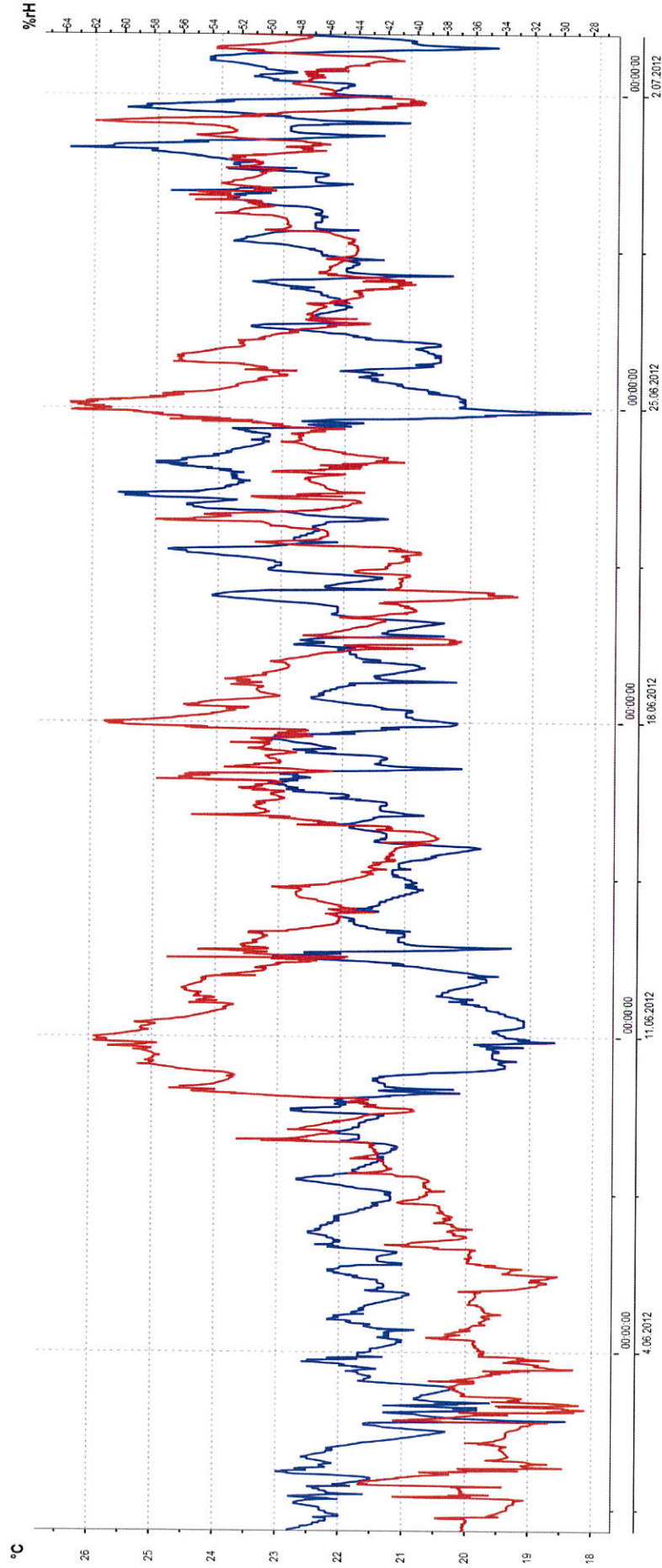
**Bolig 2 Bad
Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 11:36:14		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:51:00		Minimum		Maksimum		Middelværdi	
Sluttid: 02-07-2013 08:33:00		24,10		27,70		26,042	
Målekanaler: 2		26,00		86,30		-20,0/70,0	
Måleværdier: 6718						0,0/100,0	
36628667							



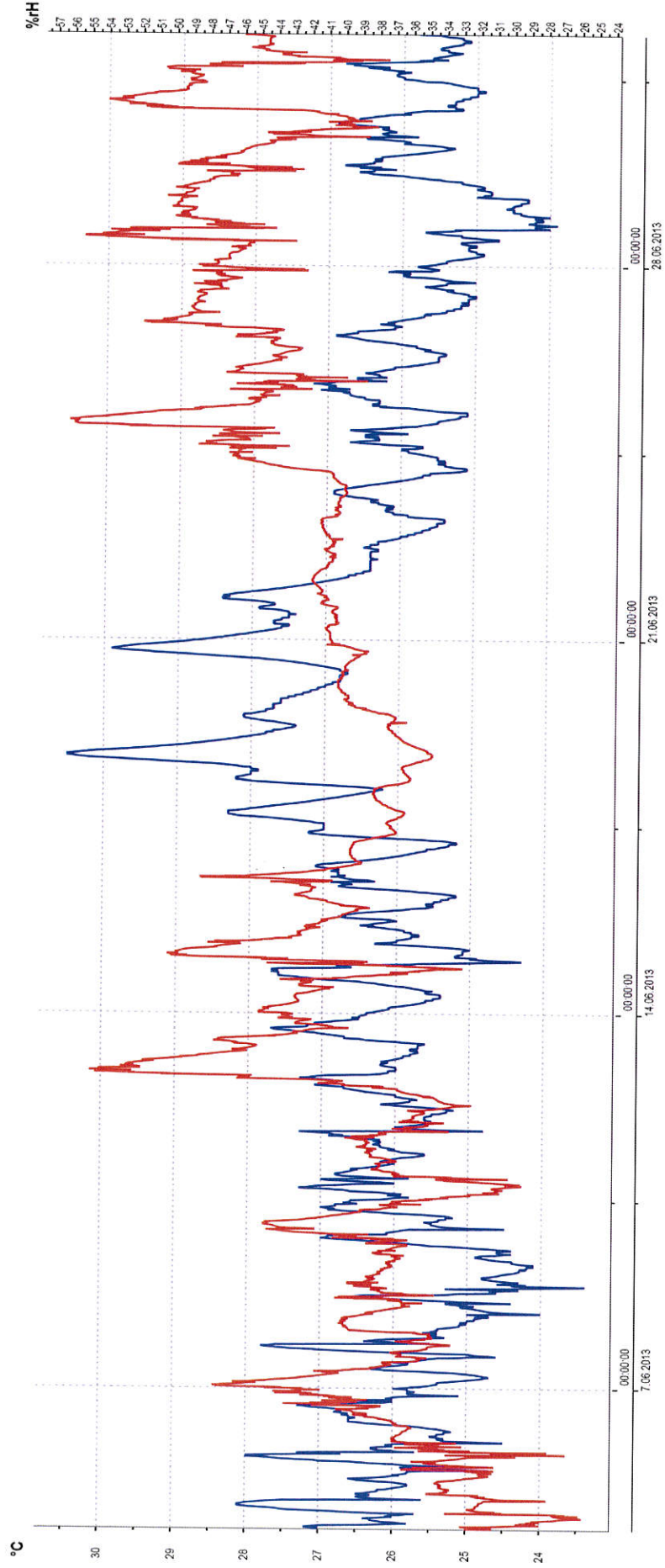
— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 2 Bad
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 15:26:31		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:31:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:25:00	temp [°C]	18,10	26,40	21,867	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	28,00	63,70	45,280	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36623731					



— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 2 Køkken
Juni 2012

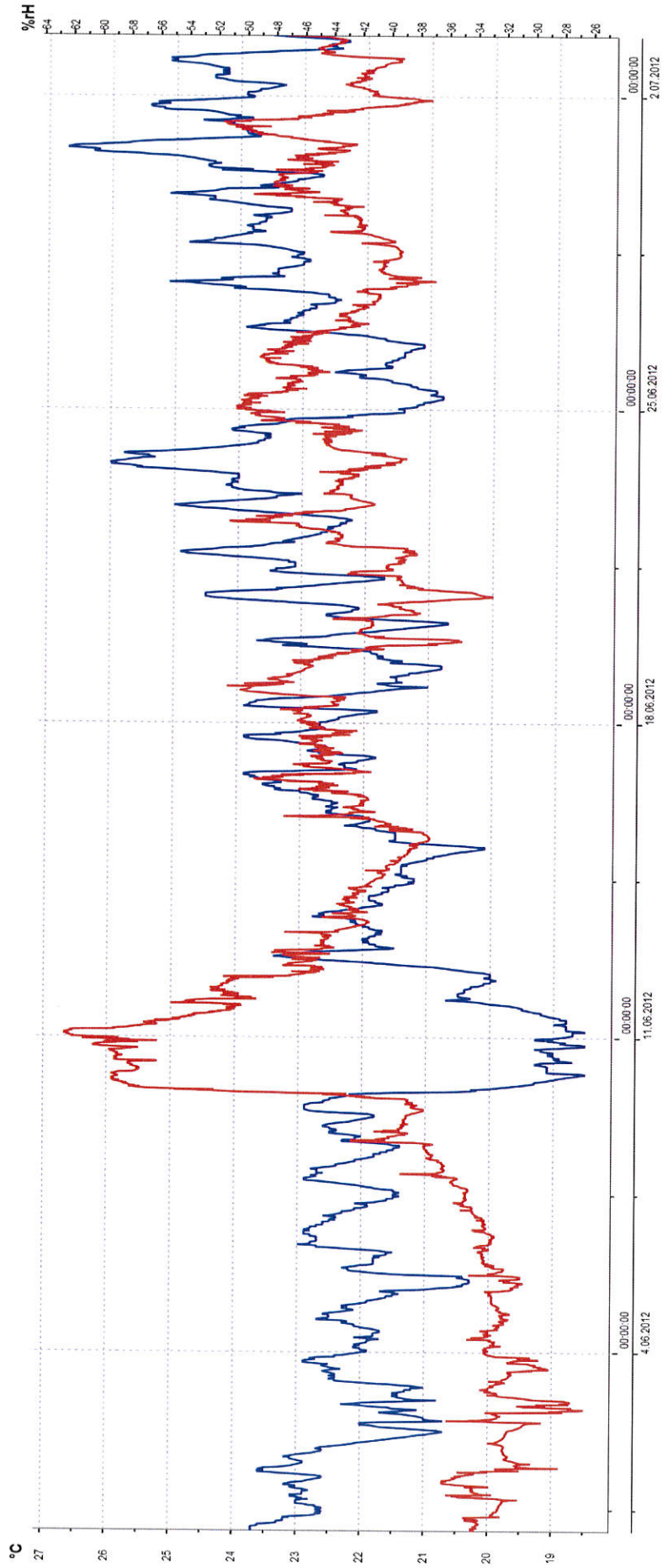
Apparatnavn:		04-10-2013 11:39:09		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:50:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:32:00	temp [°C]	23,40	30,50	26,224	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,30	56,20	41,165	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36623731					



— temp[°C] — RF[%rH]

Bolig 2 Køkken
Juni 2013

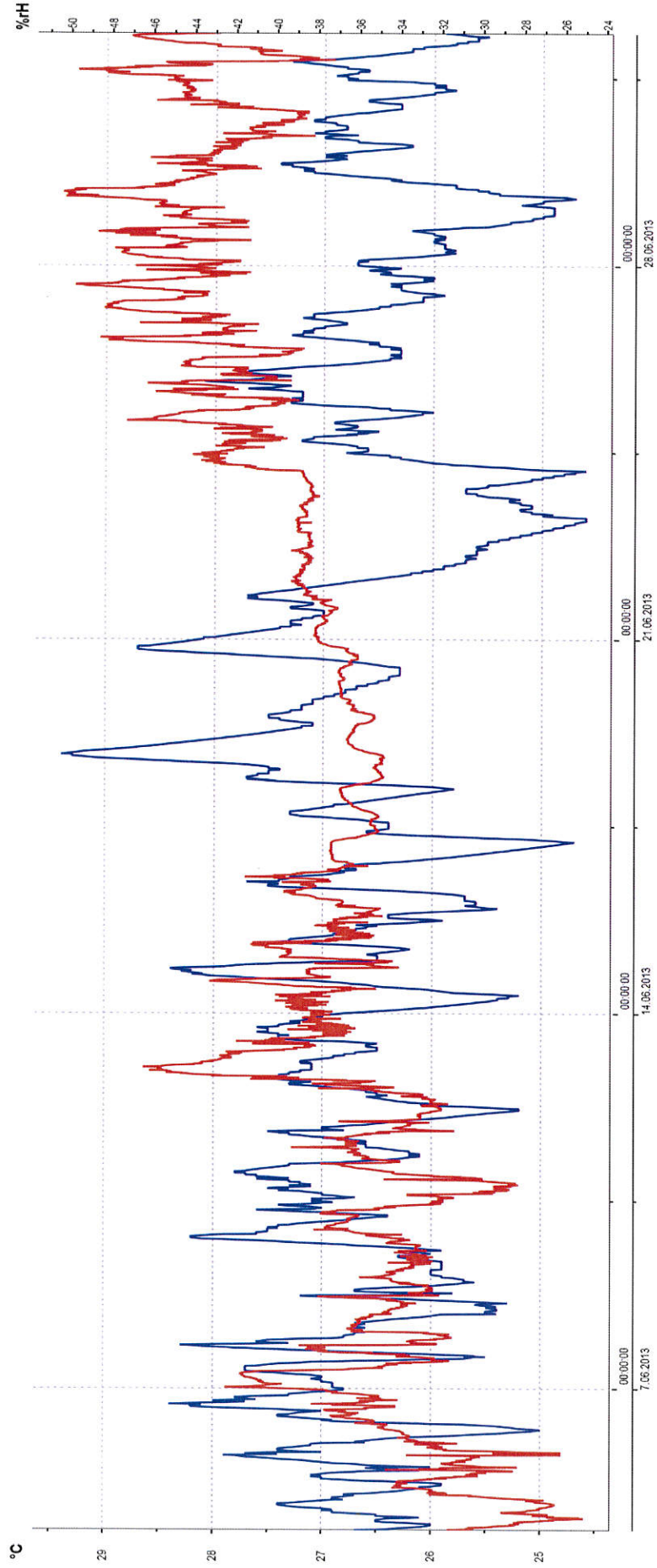
Apparatnavn:		03-10-2013 15:27:34		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:28:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:22:00	temp [°C]	18,50	26,70	22,437	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,20	62,40	41,379	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36629194					



temp[°C] — RF[%rH]

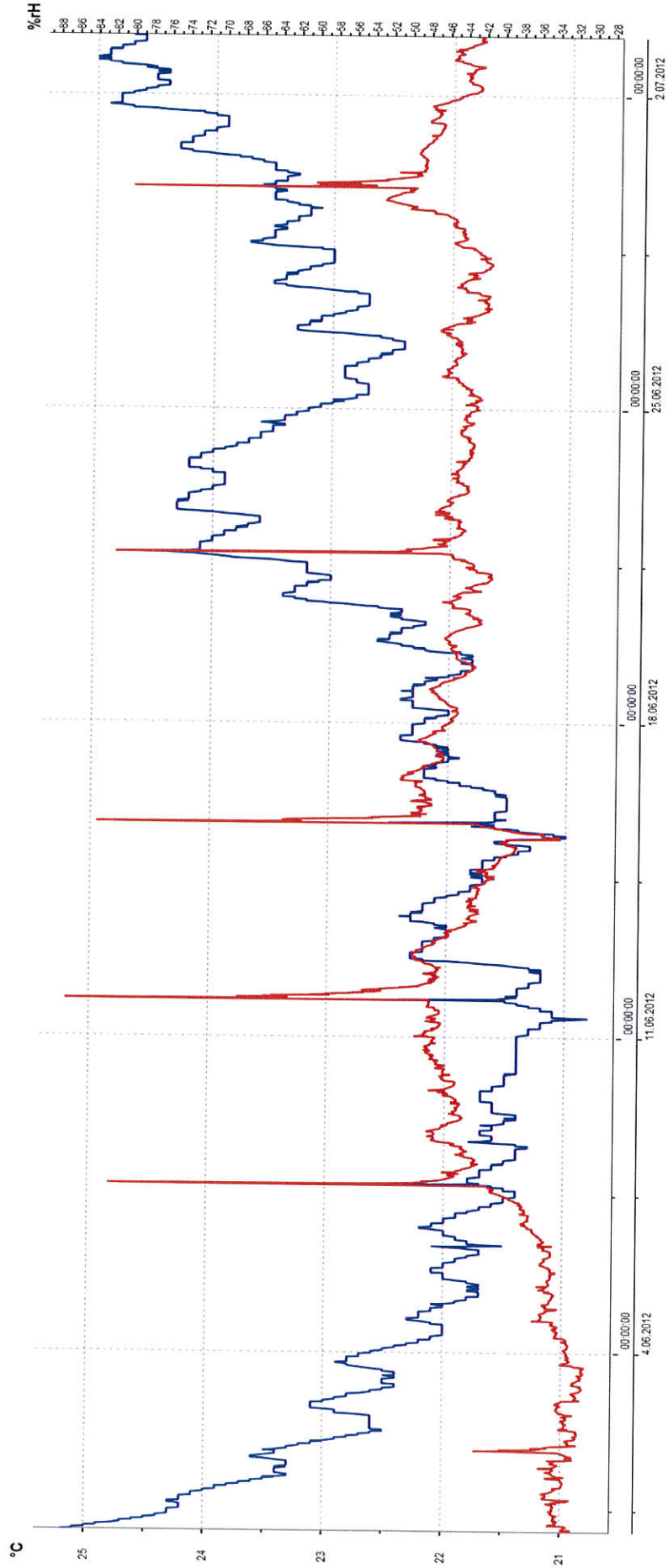
**Bolig 2 Værelse
Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 11:39:45		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:53:00		Minimum		Maksimum		Middelværdi	
Sluttid: 02-07-2013 08:35:00		24,60		29,40		26,620	
Målekanaler: 2		25,00		50,40		-20,0/70,0	
Måleværdier: 6718						0,0/100,0	
36629194							



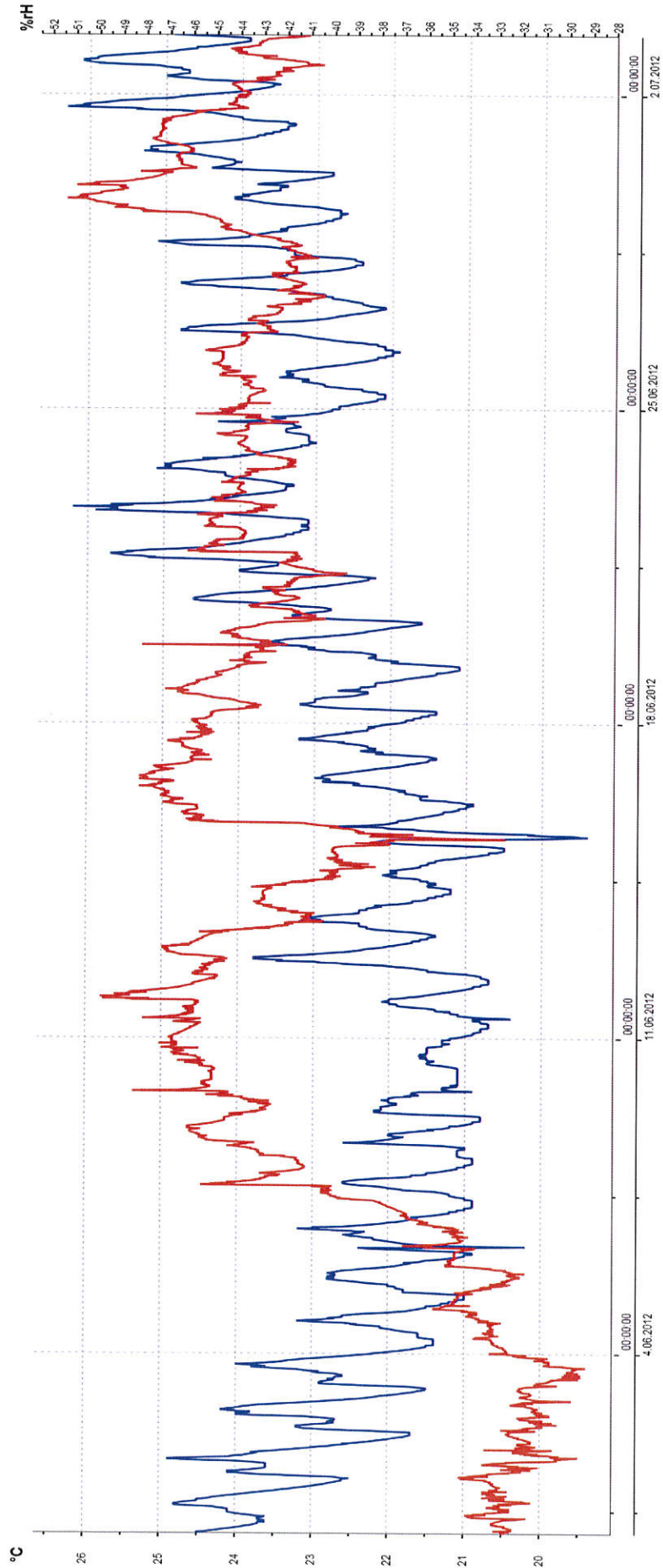
temp[C] RF[%rH]
Bolig 2 Værelse
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 15:03:26		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:23:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:17:00	temp [°C]	20,80	25,20	22,676	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	30,20	86,70	42,765	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36620281					



temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 3 Bad
Juni 2012

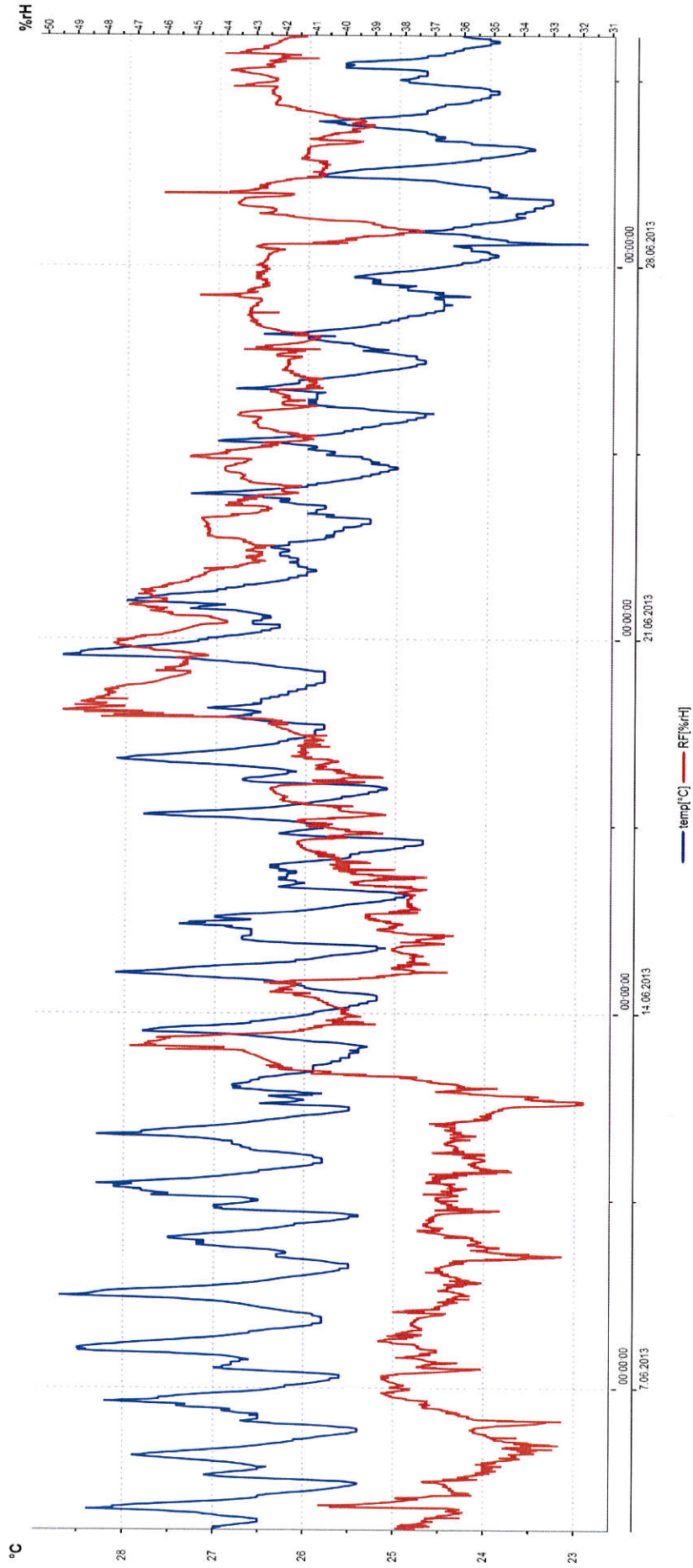
Apparatnavn:	03-10-2013 15:04:41				Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:16:00				Middelværdi	Grænseværdier	
Sluttid: 03-07-2012 08:10:00	temp [°C]	Minimum	Maksimum	22,699	-20,0/70,0	
Målekanaler: 2	RF [%rH]	29,10	51,40	41,637	0,0/100,0	
Måleværdier: 8000						
36620367						



temp[°C] — RF[%rH]

**Bølg 3 Køkken
Juni 2012**

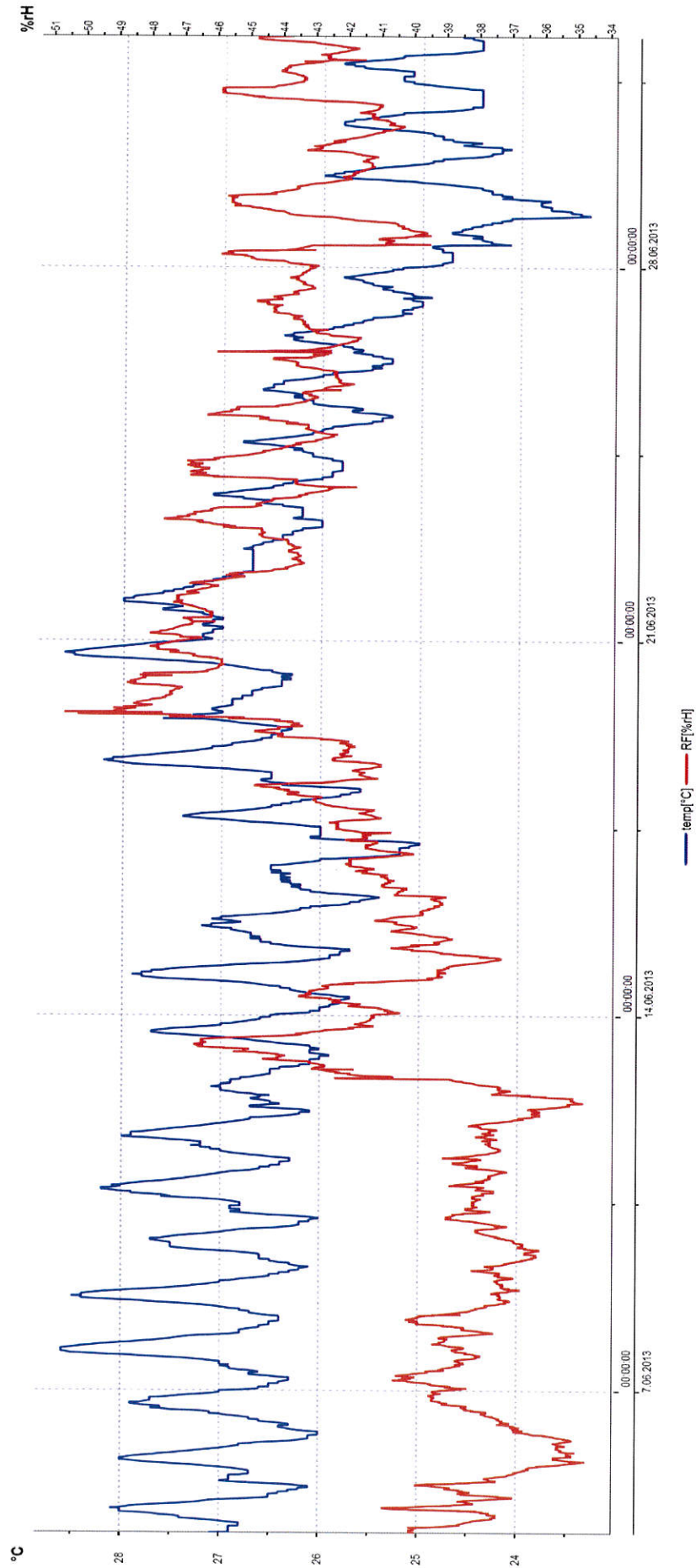
Apparatnavn:		04-10-2013 11:31:25		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:21:00		Minimum		Maksimum		Middelværdi	
Sluttid: 02-07-2013 08:03:00		22,90		28,70		25,962	
Målekanaler: 2		31,80		49,40		-20,0/70,0	
Måleværdier: 6718						0,0/100,0	
36620367							



temp[°C] RF[%rH]

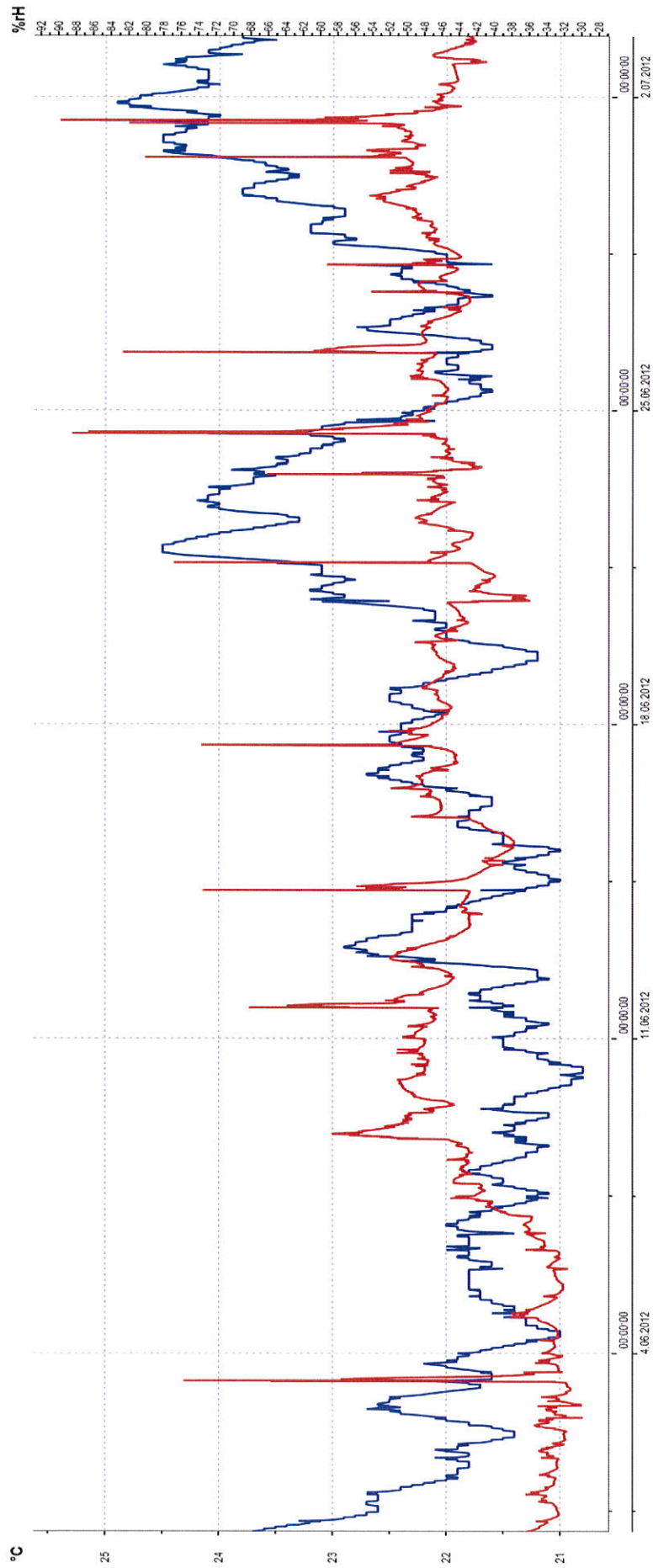
Bolig 3 Køkken
Juni 2013

Apparatnavn:		04-10-2013 11:31:55		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:24:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:06:00		temp [°C]		28,60		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		50,60		0,0/100,0	
Måleværdier: 6718							
36624007							



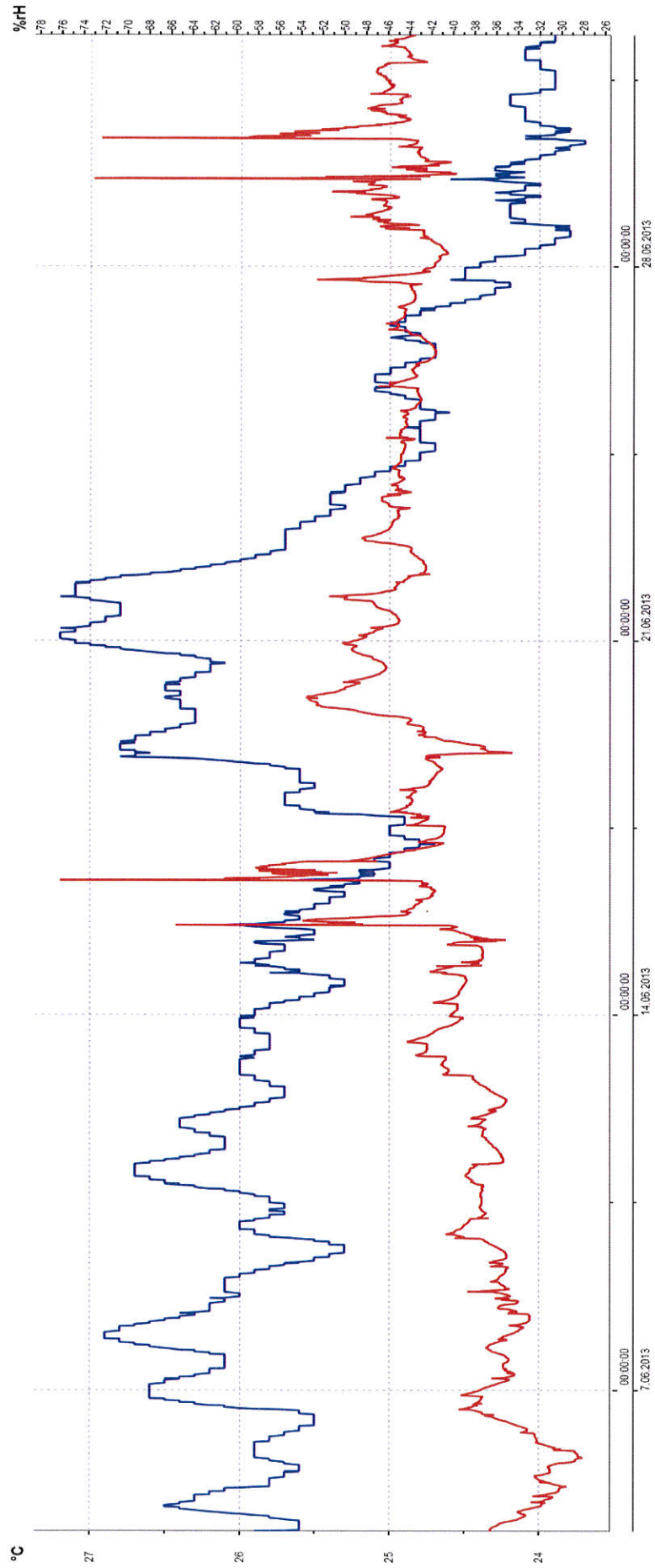
**Bolig 3 Værelse
Juni 2013**

Apparatnavn:		03-10-2013 15:20:32		Side		1/1	
Starttid: 31-05-2012 01:09:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier		
Sluttid: 03-07-2012 09:03:00	temp [°C]	20,80	25,40	22,323	-20,0/70,0		
Målekanaler: 2	RF [%rH]	29,80	89,80	43,798	0,0/100,0		
Måleværdier: 8000							
36626142							



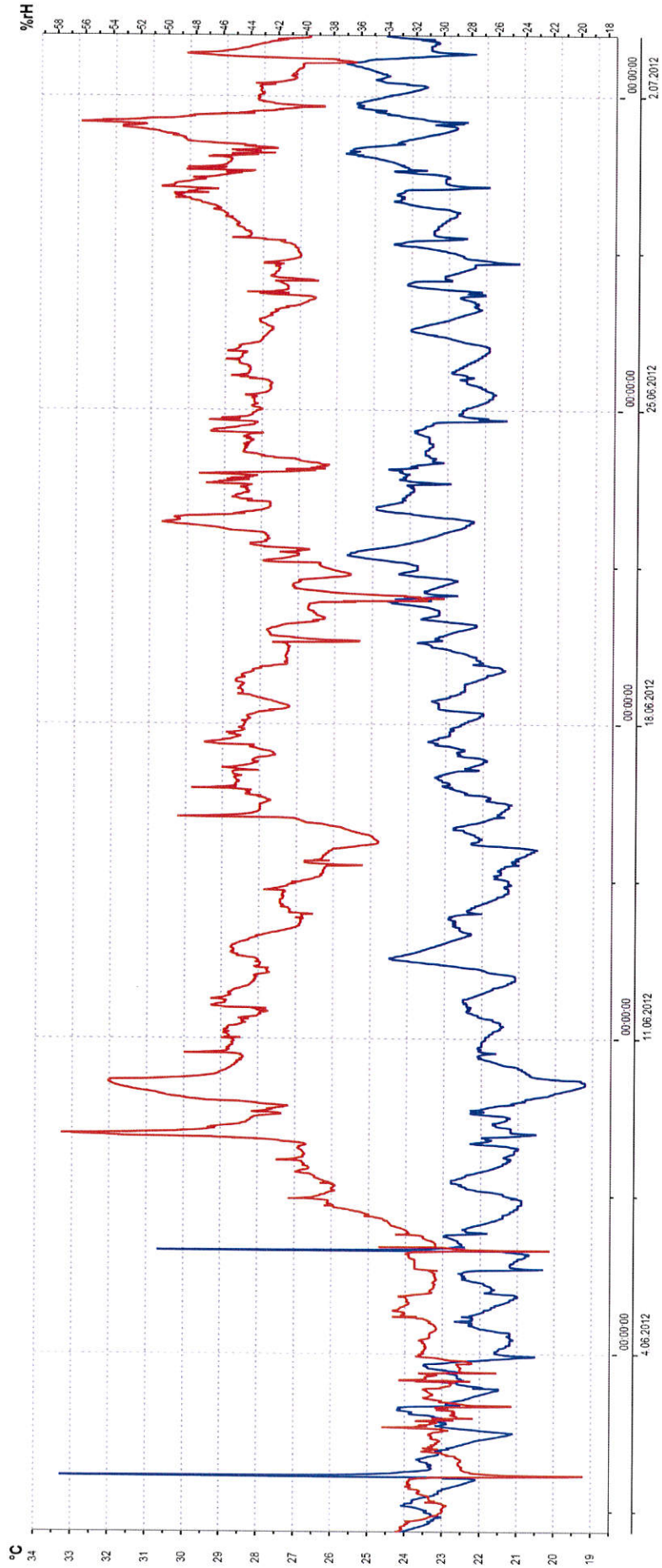
— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 4 Bad
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:34:13		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:59:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Graensevaerdier
Sluttid: 02-07-2013 08:29:00	temp [°C]	23,70	27,20	25,505	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	27,90	76,10	41,608	0,0/100,0
Måleværdier: 6716					
36626142					

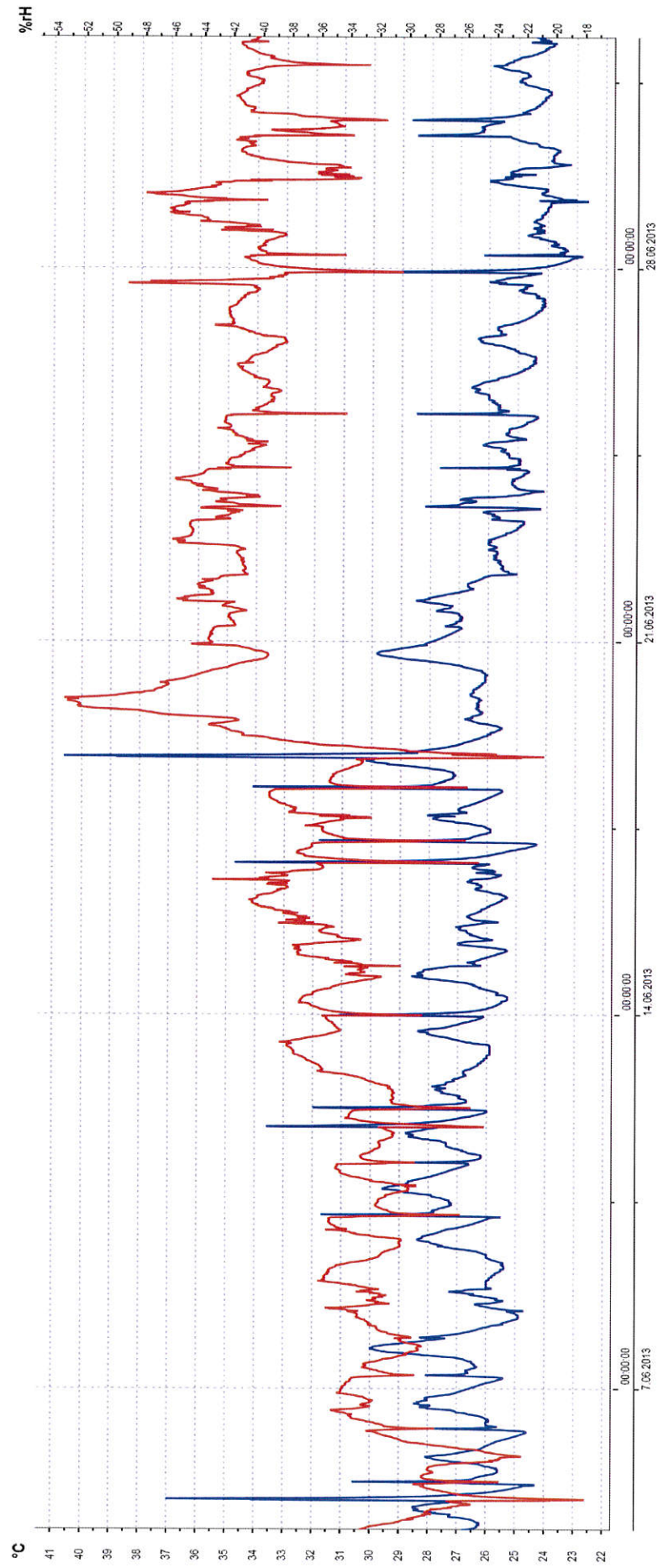


temp[°C] RF[%rH]
Bolig 4 Bad
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 15:22:03		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 01:00:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:54:00	temp [°C]	19,20	33,30	22,703	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	19,30	57,30	40,298	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36620346					



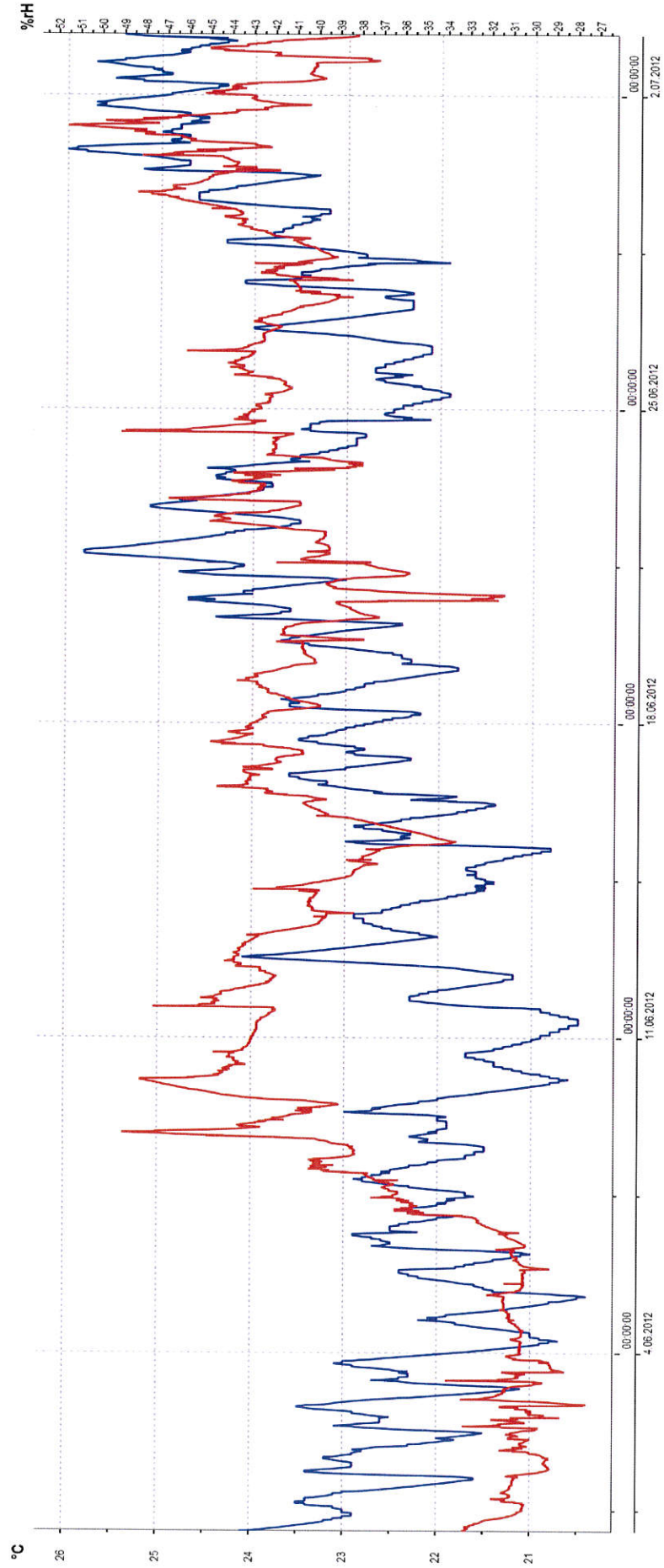
Apparatnavn:	04-10-2013 11:34:55		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:58:00		Minimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:28:00	temp [°C]	22,60	40,60	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	17,80	53,40	0,0/100,0
Måleværdier: 6716				
36620346				



— temp[°C] — RF[%rH]

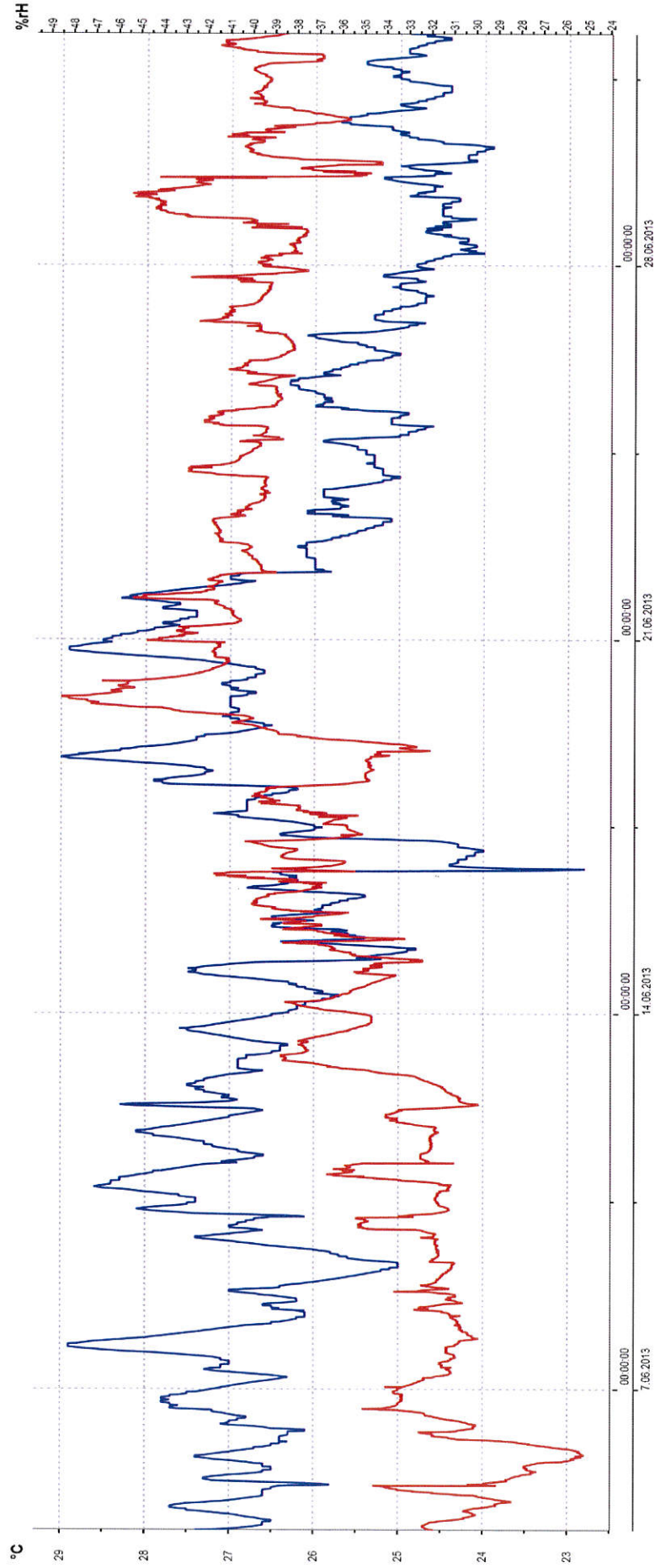
Bolig 4 Køkken
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 15:23:03		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:59:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:53:00	temp [°C]	20,40	26,00	22,846	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	27,40	51,60	39,285	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36620228					



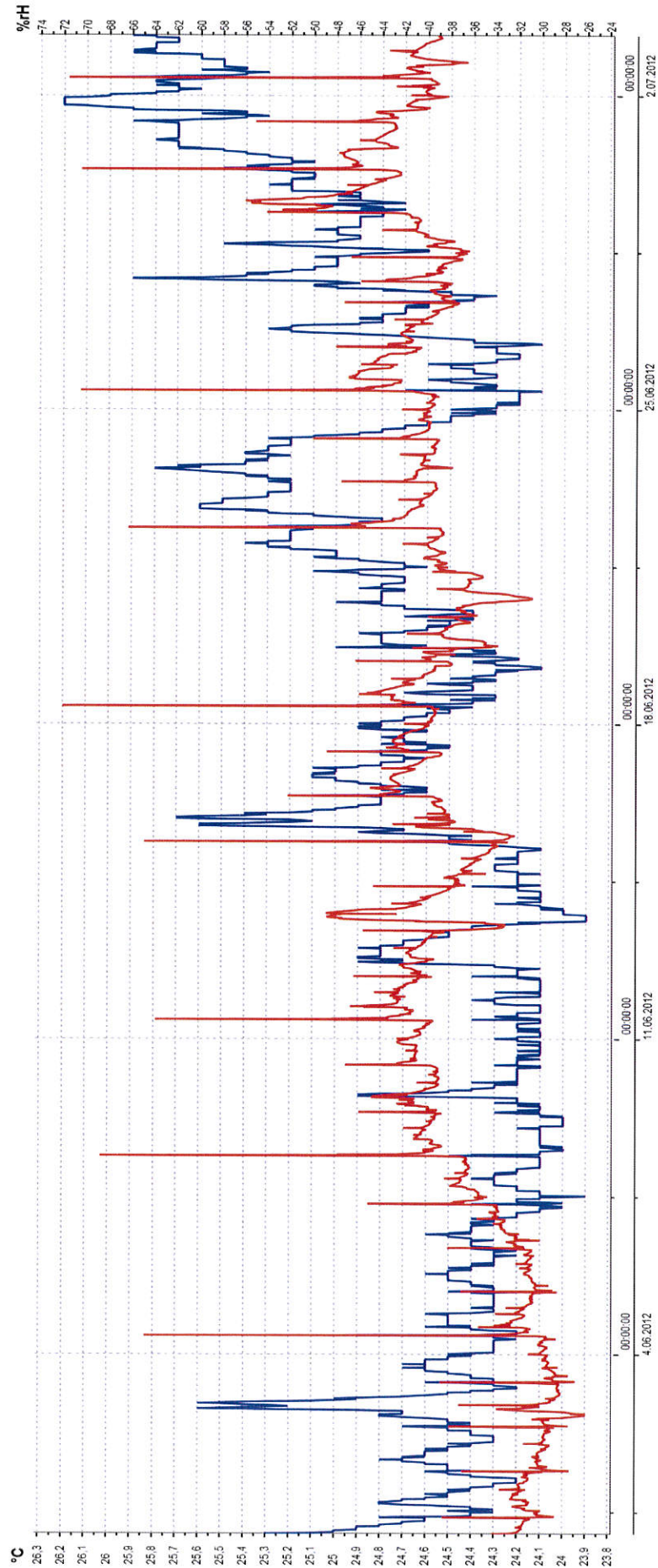
— temp[°C] — RF[%rH]
**Boilig 4 Værelse
 Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 11:35:34		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 09:01:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:31:00	temp [°C]	22,80	29,00	26,225	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,10	48,50	36,836	0,0/100,0
Måleværdier: 6716					
36620228					



— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 4 Værelse
Juni 2013

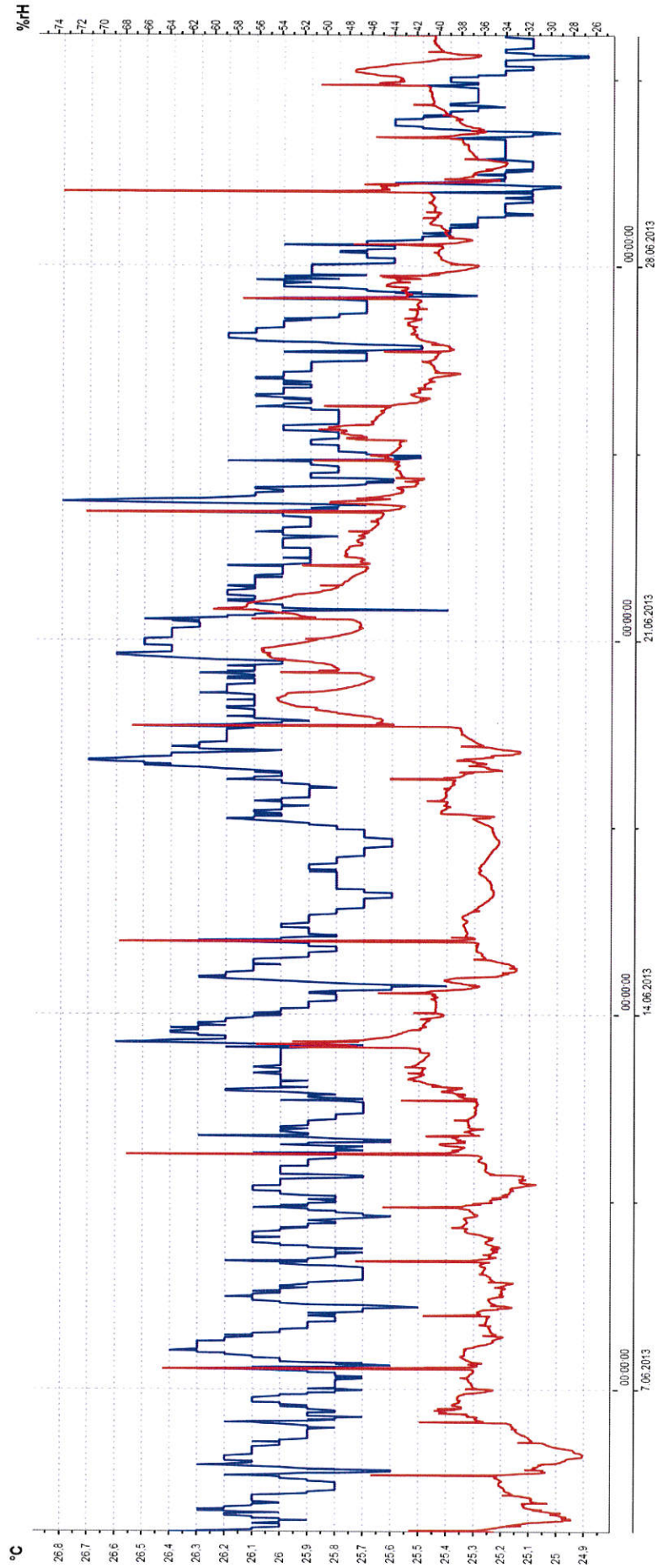
Apparatnavn:		03-10-2013 11:42:01		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:32:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:26:00	temp [°C]	23,90	26,20	24,676	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,00	72,00	38,445	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36615392					



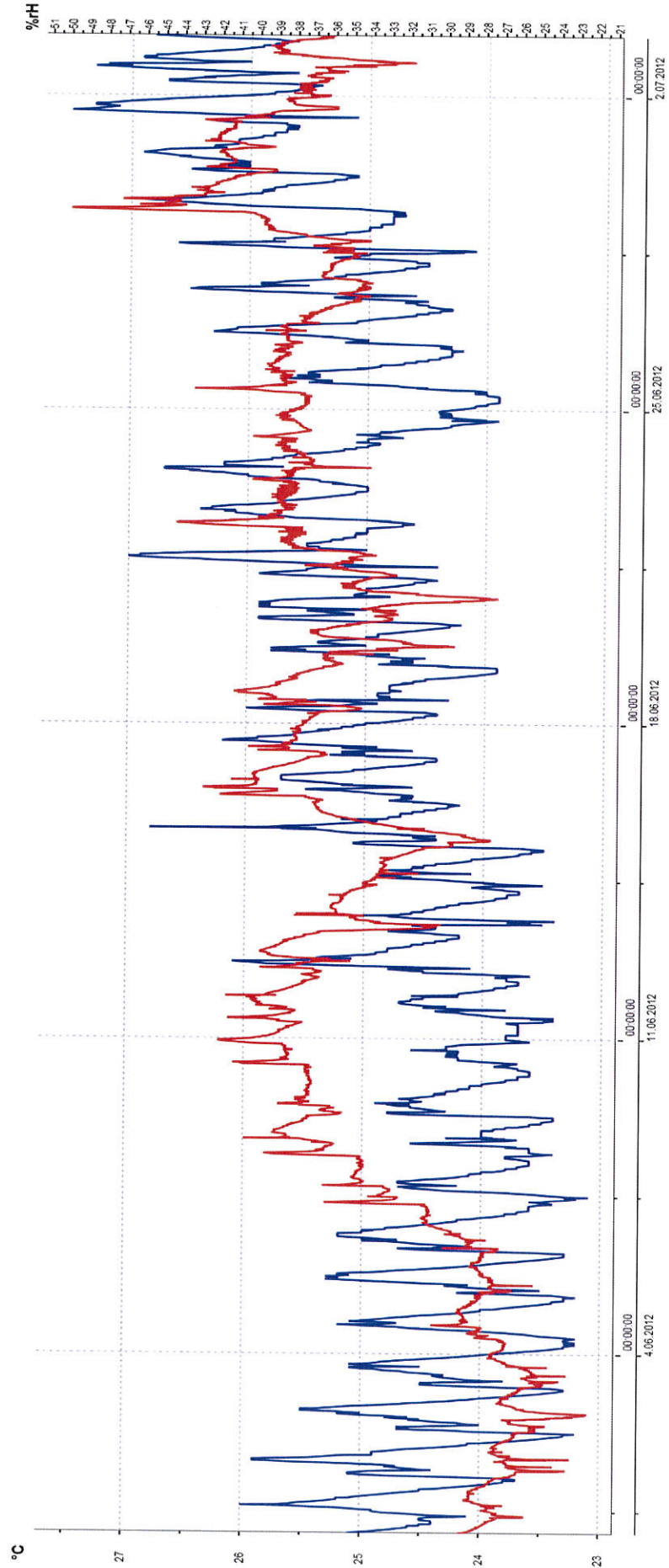
temp[°C] RF[%rH]

Bolig 5 Bad
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 08:50:54		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:28:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:10:00		temp [°C]		25,867		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		39,905		0,0/100,0	
Måleværdier: 6718							
36615392							

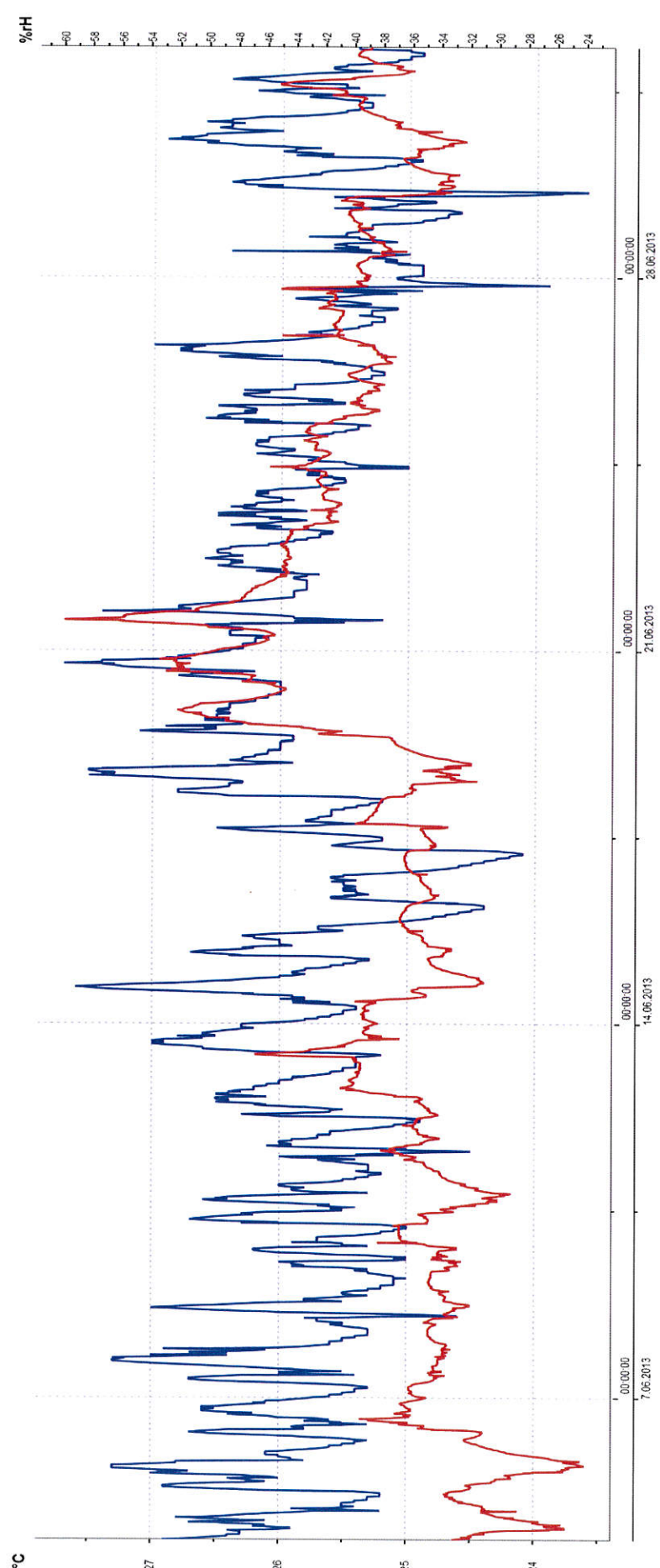


Apparatnavn:		03-10-2013 11:43:03		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:43:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:37:00	temp [°C]	23,10	27,50	24,821	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	22,20	50,00	35,074	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36620235					



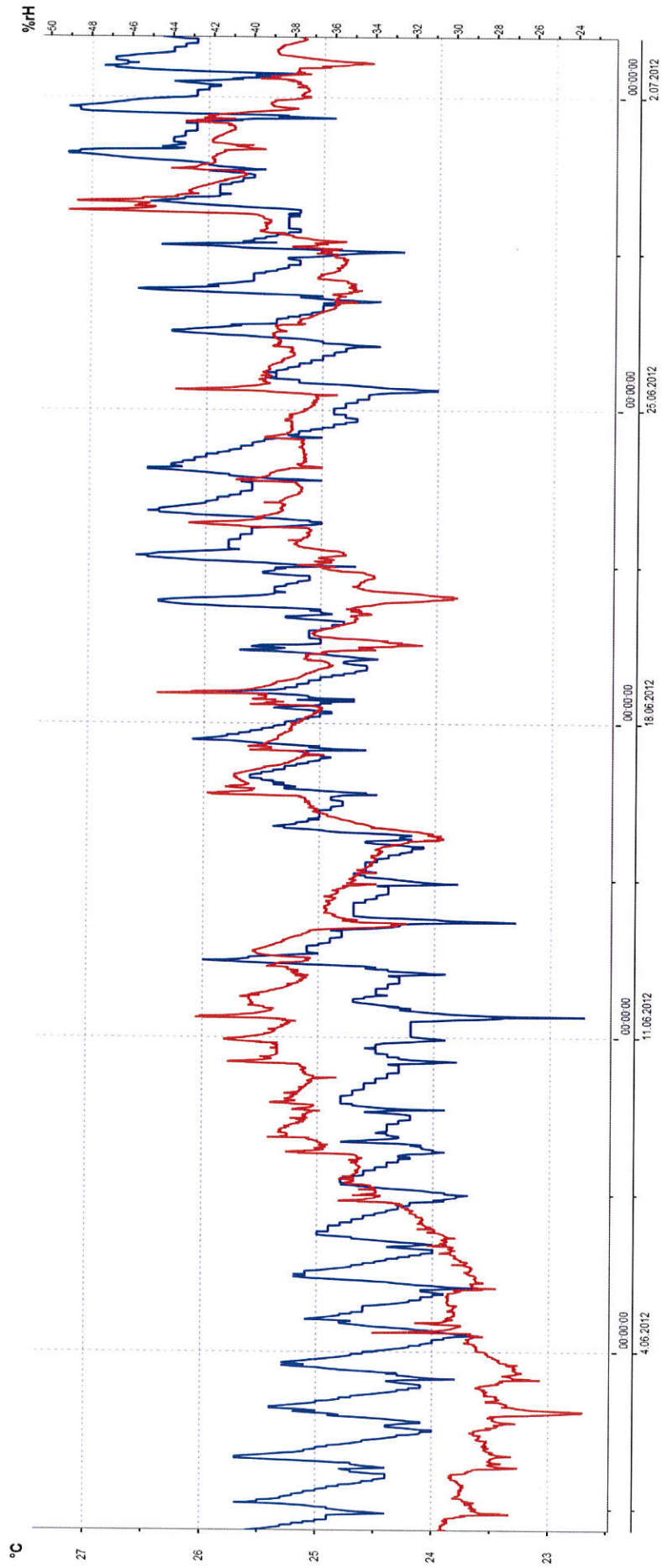
Bolig 5 Køkken
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 08:51:34		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 08:26:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:08:00		Minimum		25,834		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		23,60		Maksimum		0,0/100,0	
Måleværdier: 6718		23,90		38,090			
36620235							



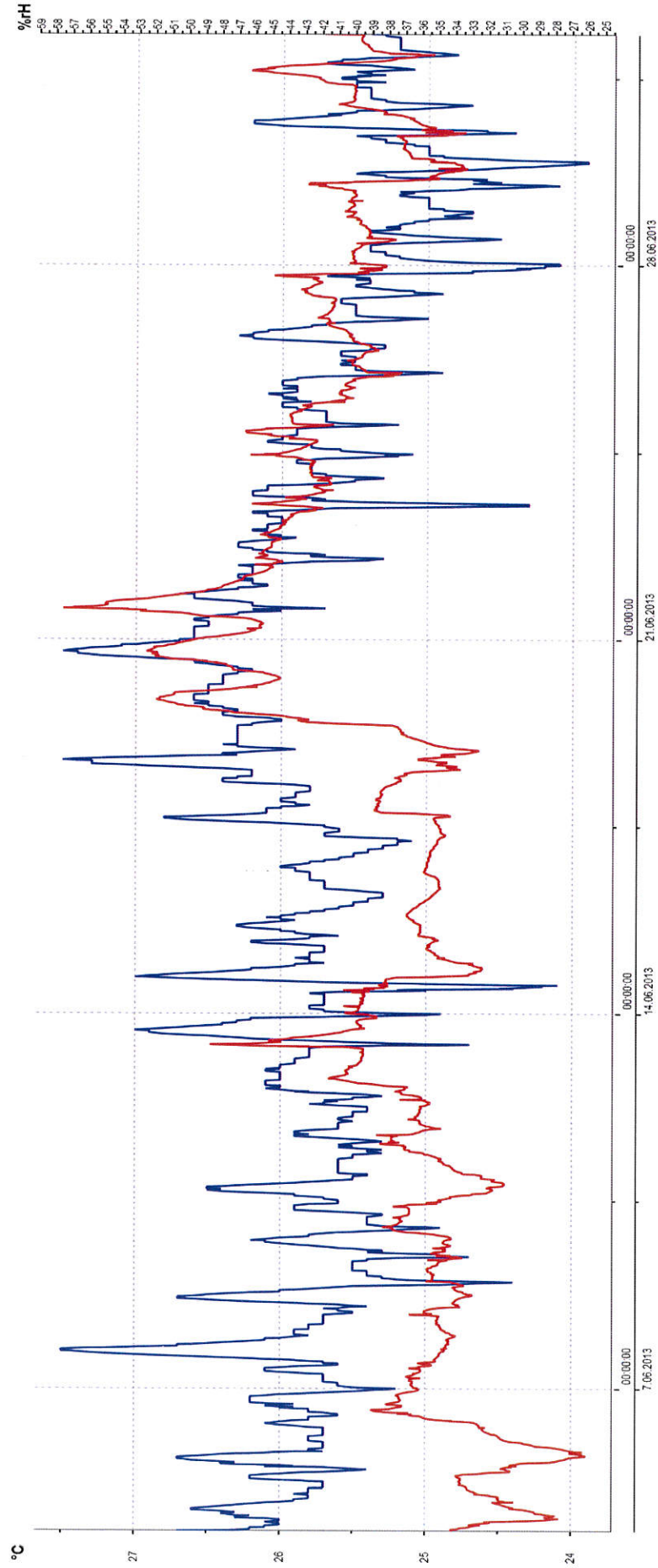
— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 5 Køkken
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 11:43:46		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:44:00				Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:38:00	temp [°C]	Minimum	Maksimum	25,057	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%RH]	22,70	27,20	35,727	0,0/100,0
Måleværdier: 8000		23,40	49,10		
36623700					



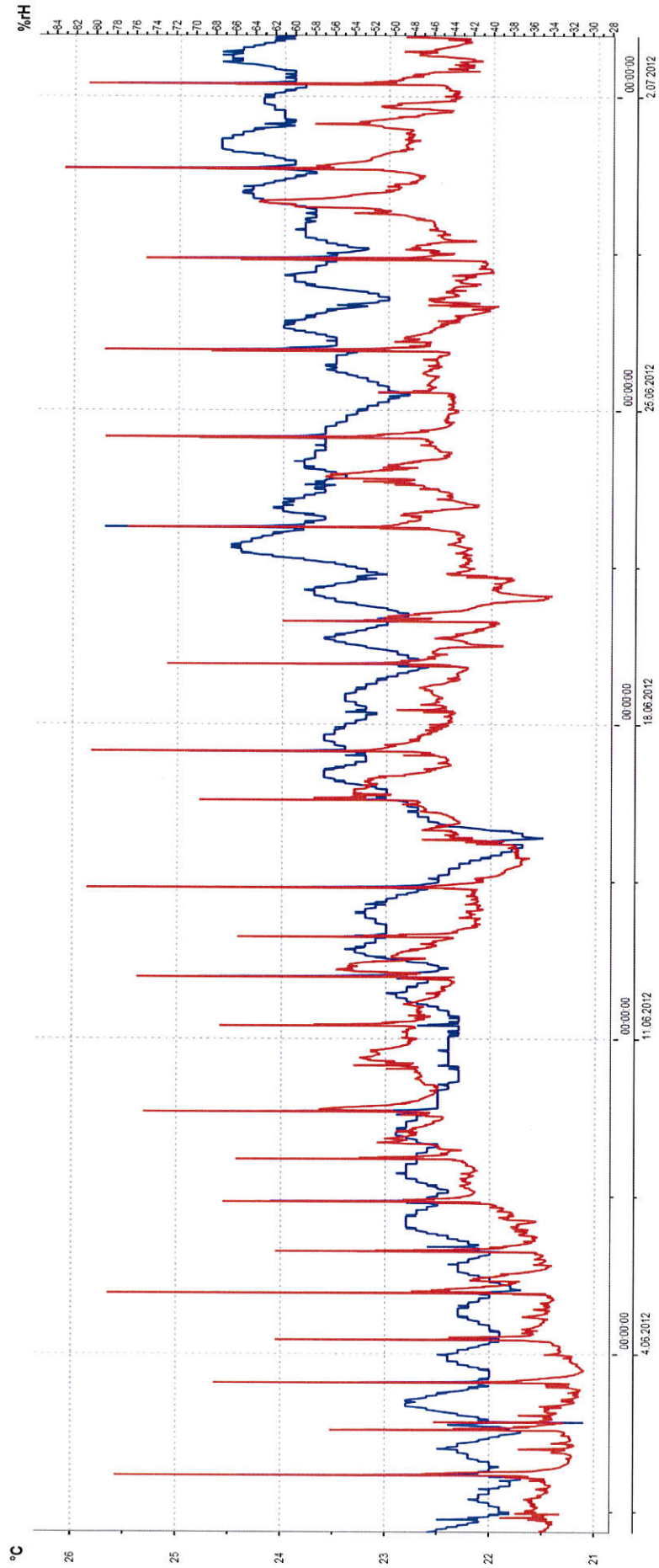
temp[°C] RF[%RH]
**Bolig 5 Værelse
 Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 08:52:19		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:29:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:11:00	temp [°C]	23,90	27,50	25,786	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%RH]	26,00	57,50	38,770	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36623700					



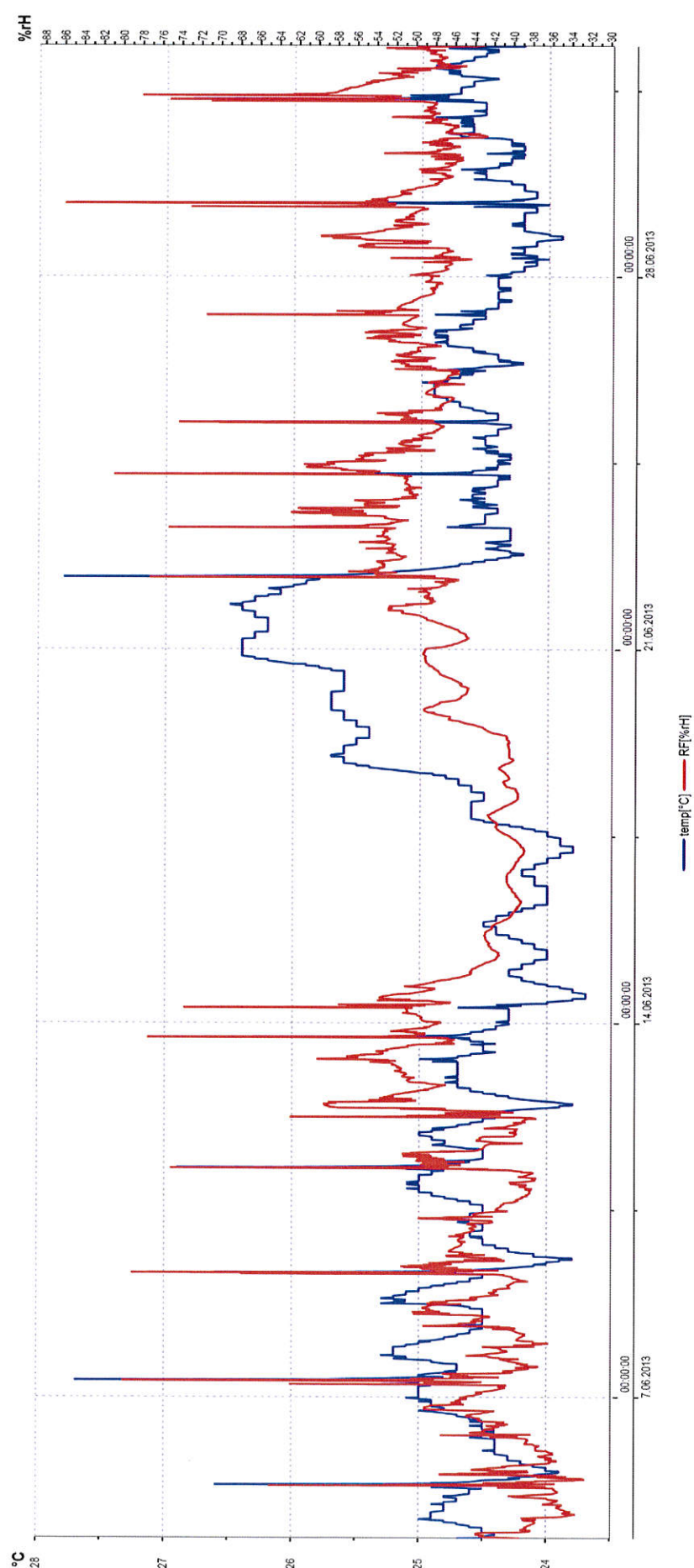
temp[°C] RF[%RH]
Bolig 5 Værelse
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 14:58:41		Side		1/1	
Starttid: 31-05-2012 00:50:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 03-07-2012 08:44:00		Minimum		23,050		-20,070,0	
Målekanaler: 2		temp [°C]		26,10			
Måleværdier: 8000		RF [%rH]		83,20		0,0/100,0	
36626055							



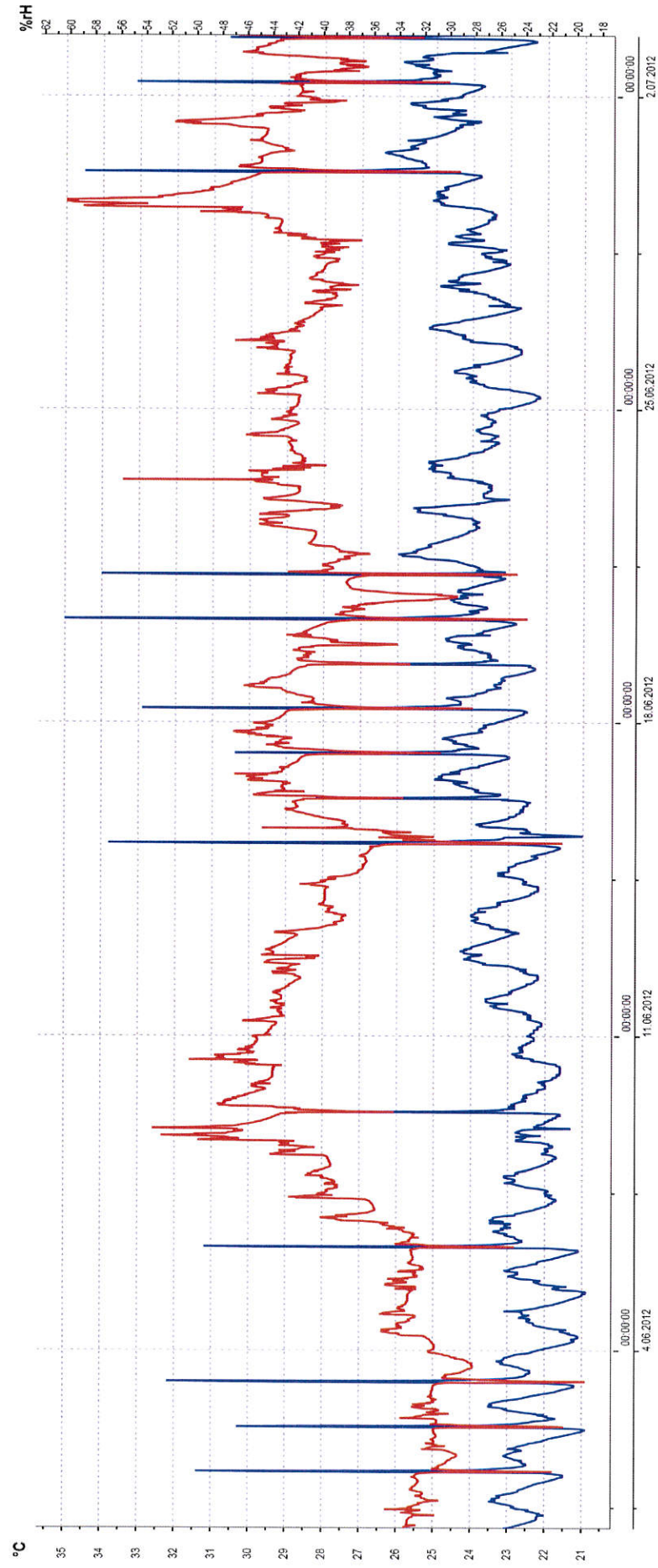
temp[°C] RF[%rH]
Bolig 6 Bad
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:28:35		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:44:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:26:00	temp [°C]	23,70	27,80	24,685	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	32,40	86,00	46,219	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36626055					



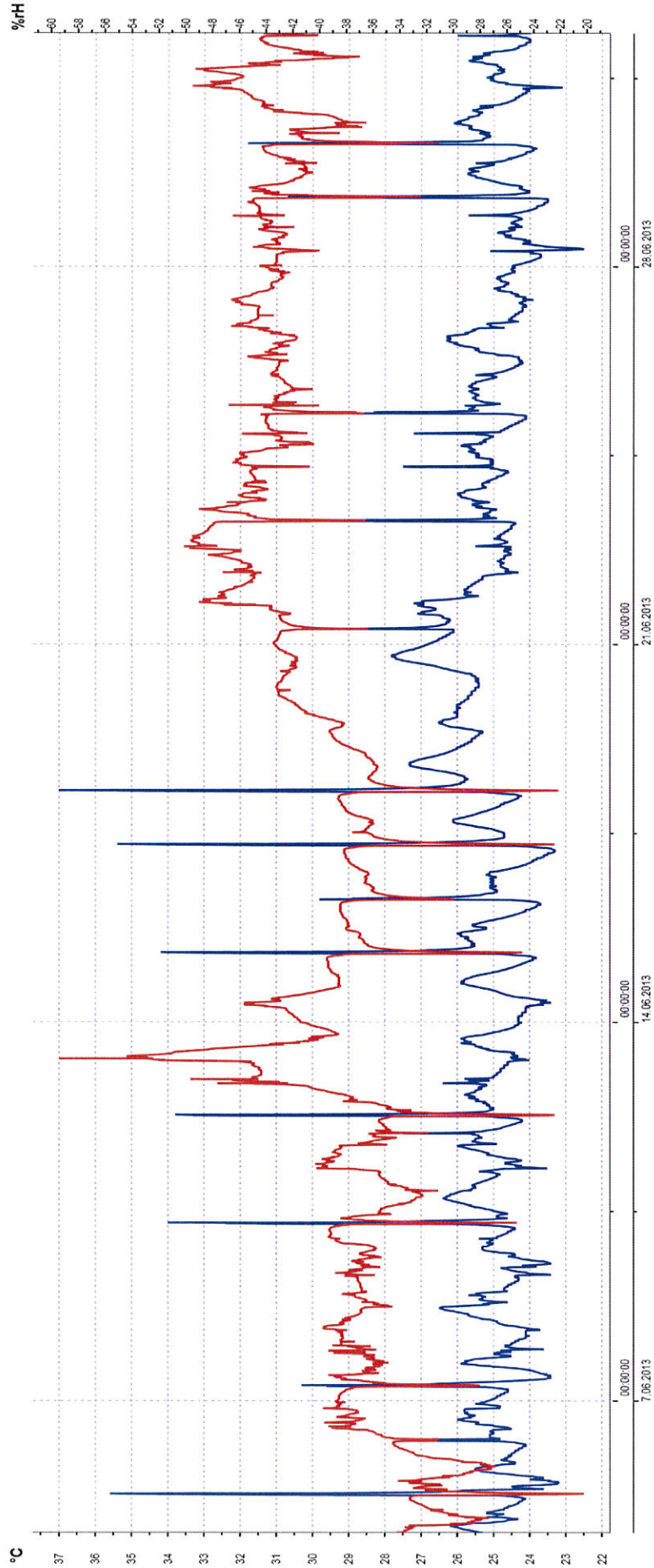
Bolig 6 Bad
Juni 2013

Apparatnavn:	03-10-2013 15:00:05		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:56:00		Minimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:50:00	temp [°C]	20,90	23,427	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	19,10	39,773	0,0/100,0
Måleværdier: 8000				
36624119				



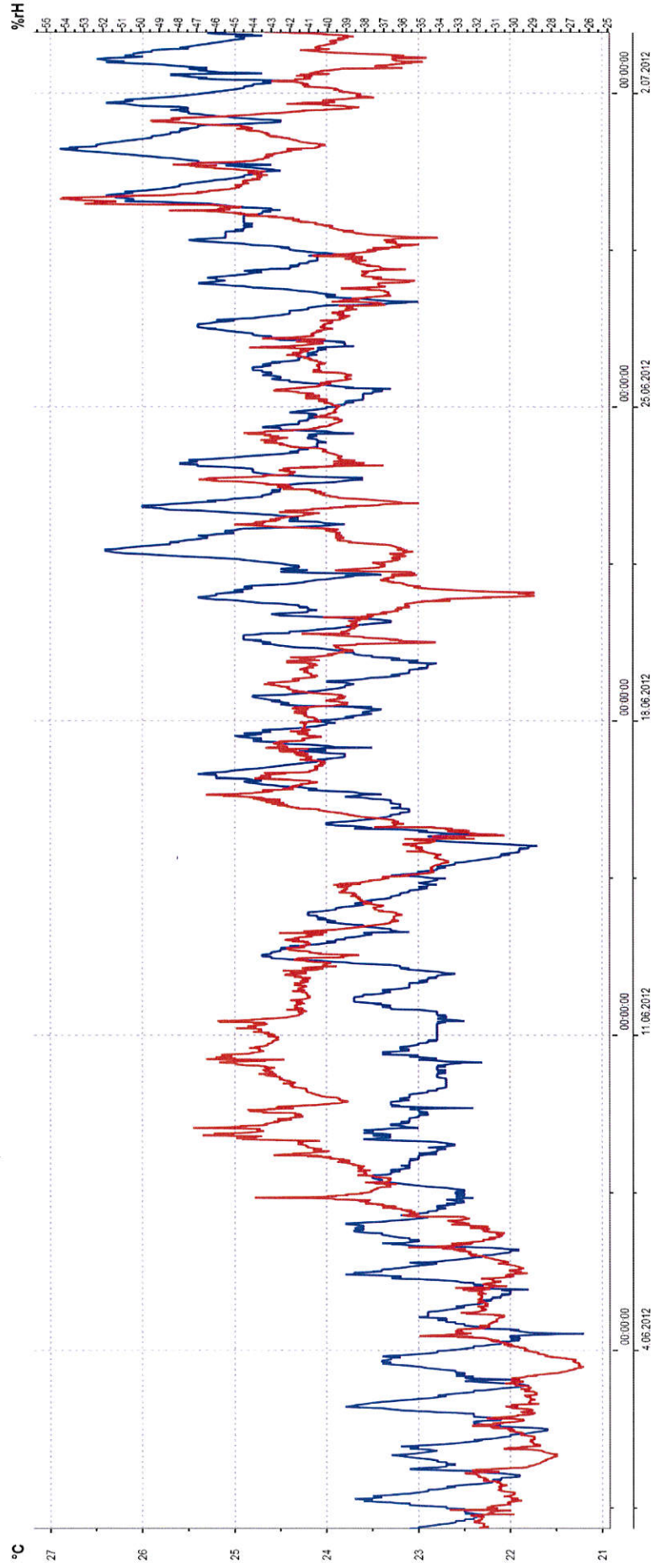
— temp[°C] — RF[%rH]
Bolig 6 Køkken
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:29:26		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 13:47:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:22:00	Temperatur [°C]	22,50	37,00	25,179	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	Fugt [%rH]	20,20	59,40	40,065	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36622907					



— Temperatur[°C] — Fugt[%rH]
Bolig 6 Køkken
Juni 2013

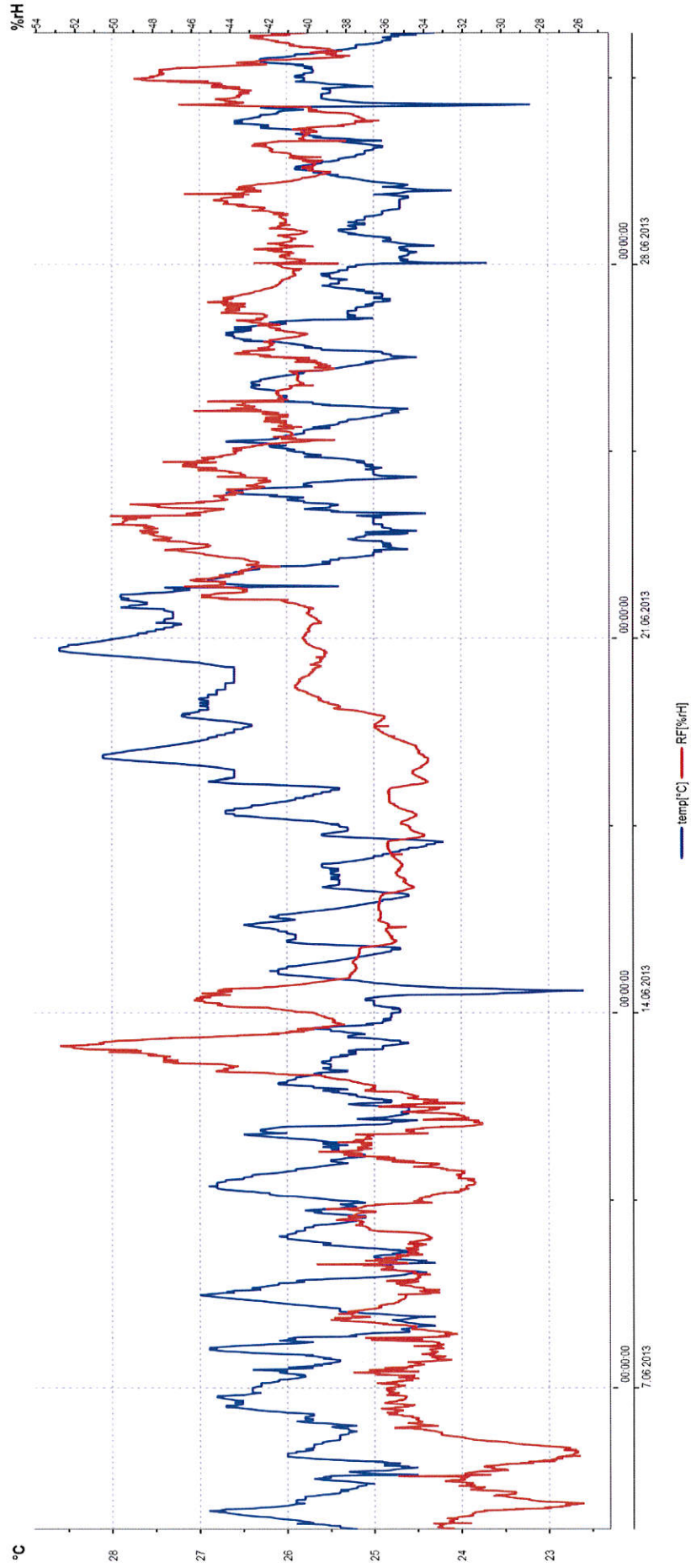
Apparatnavn:		03-10-2013 15:01:24		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:56:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:50:00	temp [°C]	21,20	26,90	23,837	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,30	54,30	38,176	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36620366					



temp[°C] RF[%rH]

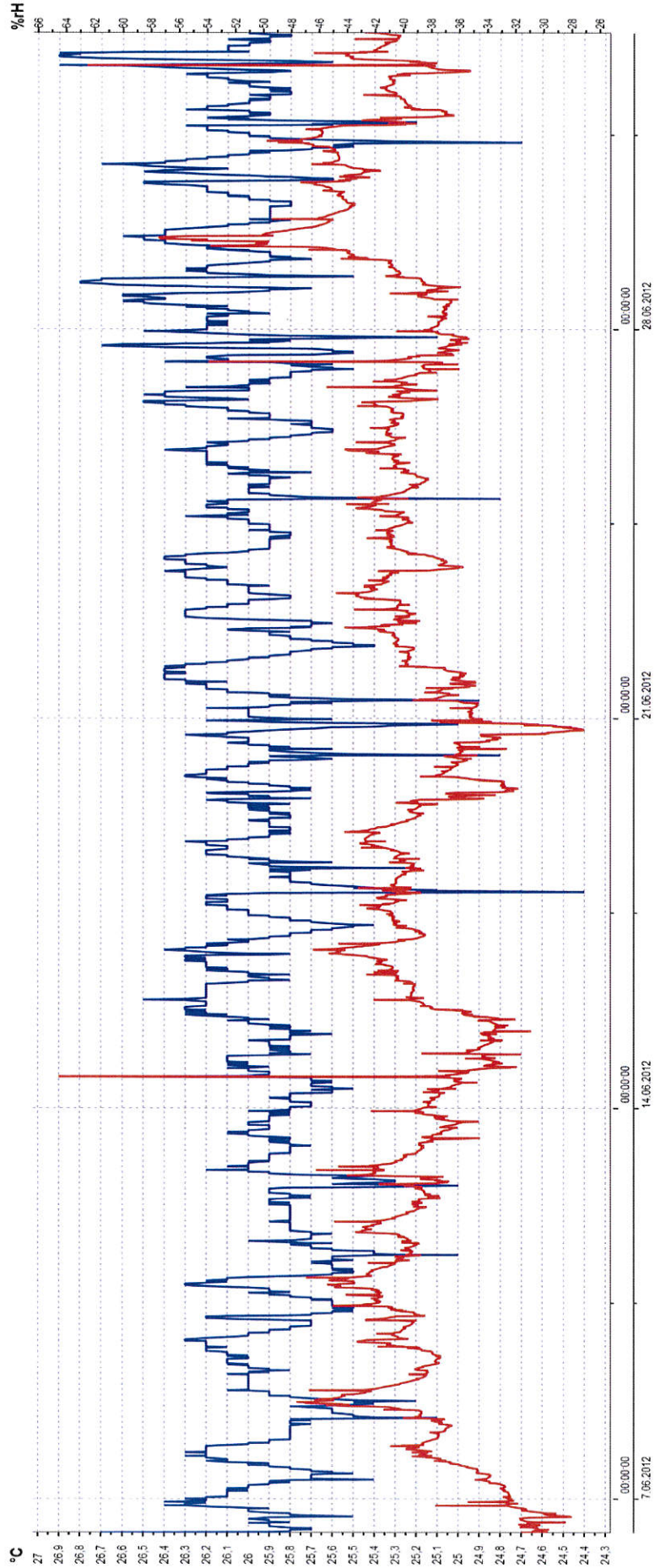
Bolig 6 Værelse
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:29:58			Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:46:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:22:00	temp [°C]	22,60	28,60	25,729	-20,0/70,0	
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,80	52,80	38,619	0,0/100,0	
Måleværdier: 6717						
36620366						



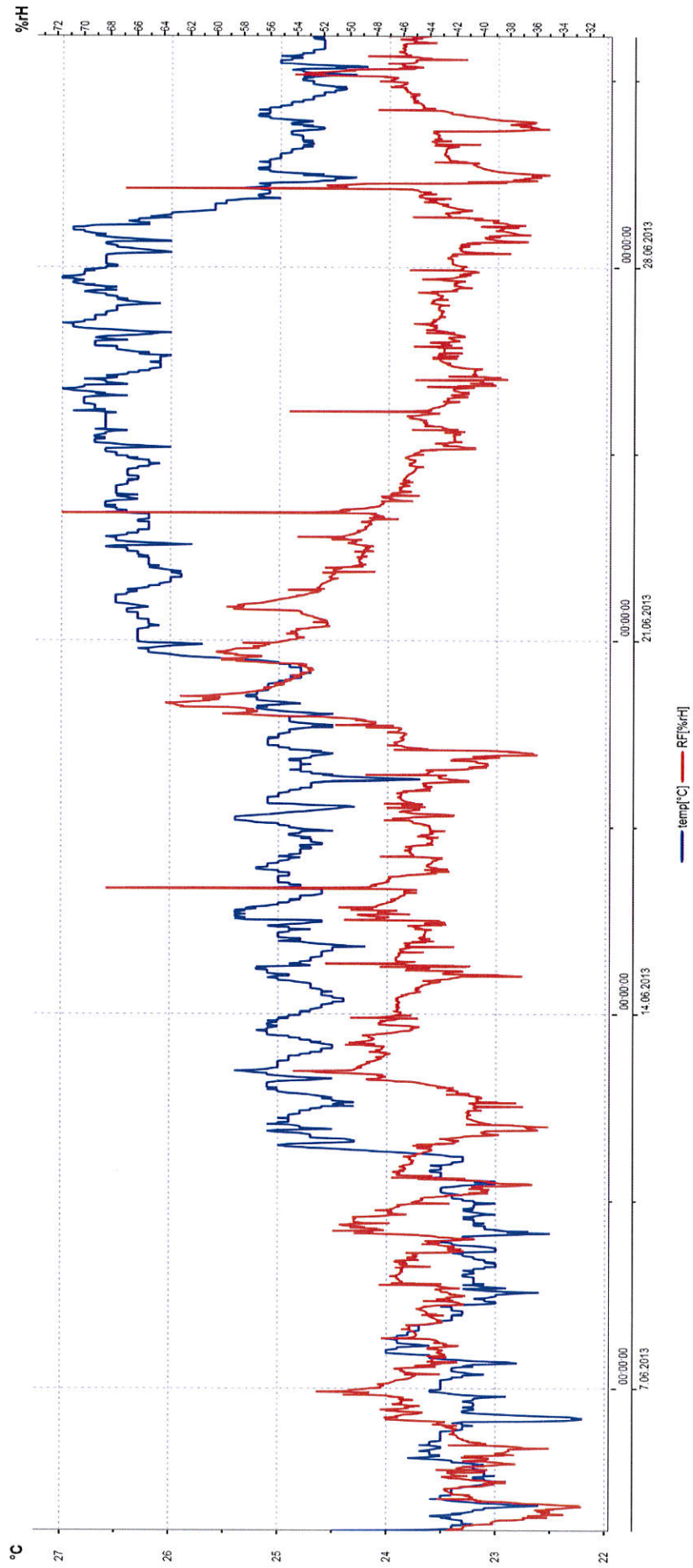
Boilig 6 Værelse
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 11:03:37		Side	1/1
Starttid: 06-06-2012 09:19:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:13:00	temp [°C]	24,40	26,90	25,966	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%RH]	27,10	64,50	39,450	0,0/100,0
Måleværdier: 6470					
36615861					



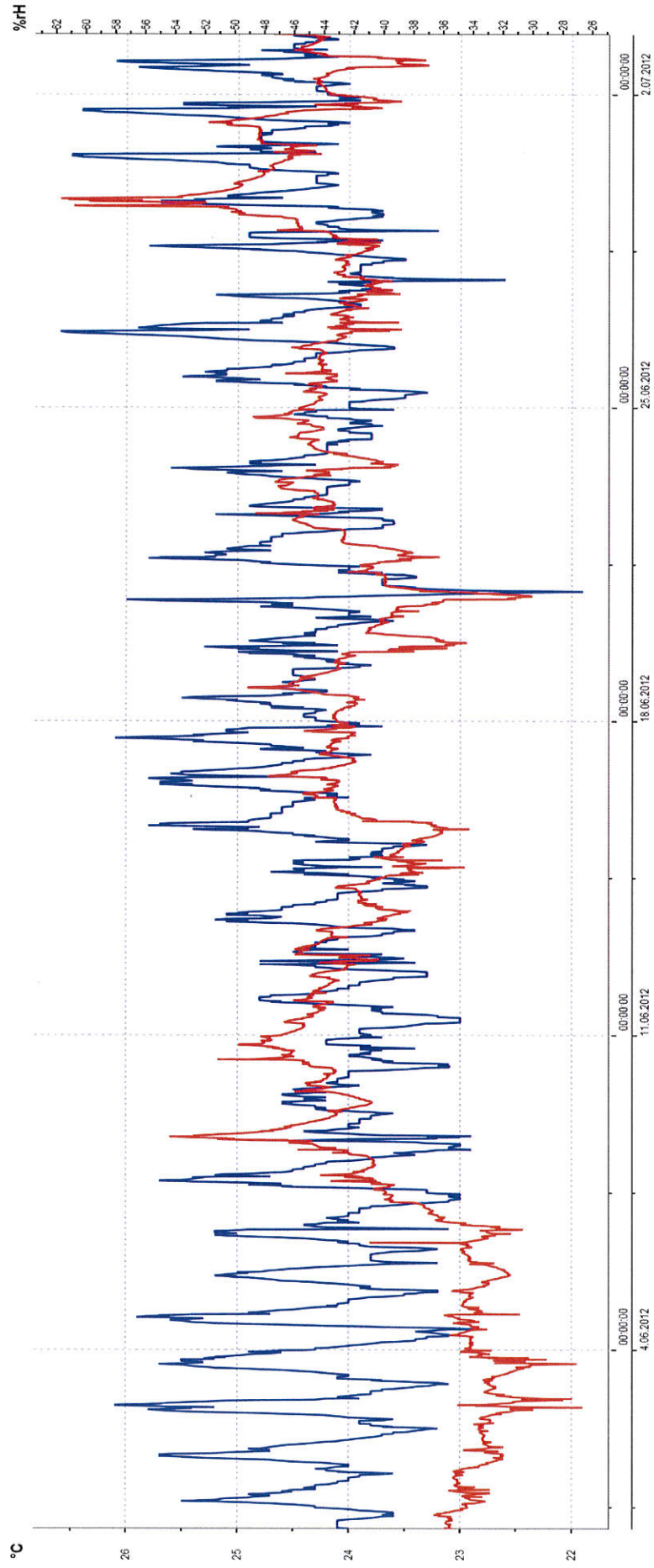
**Bolig 7 Bad
Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 08:41:53		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:33:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:15:00	temp [°C]	22,20	27,00	24,941	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	32,30	71,60	45,100	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36615861					



Bolig 7 Bad
Juni 2013

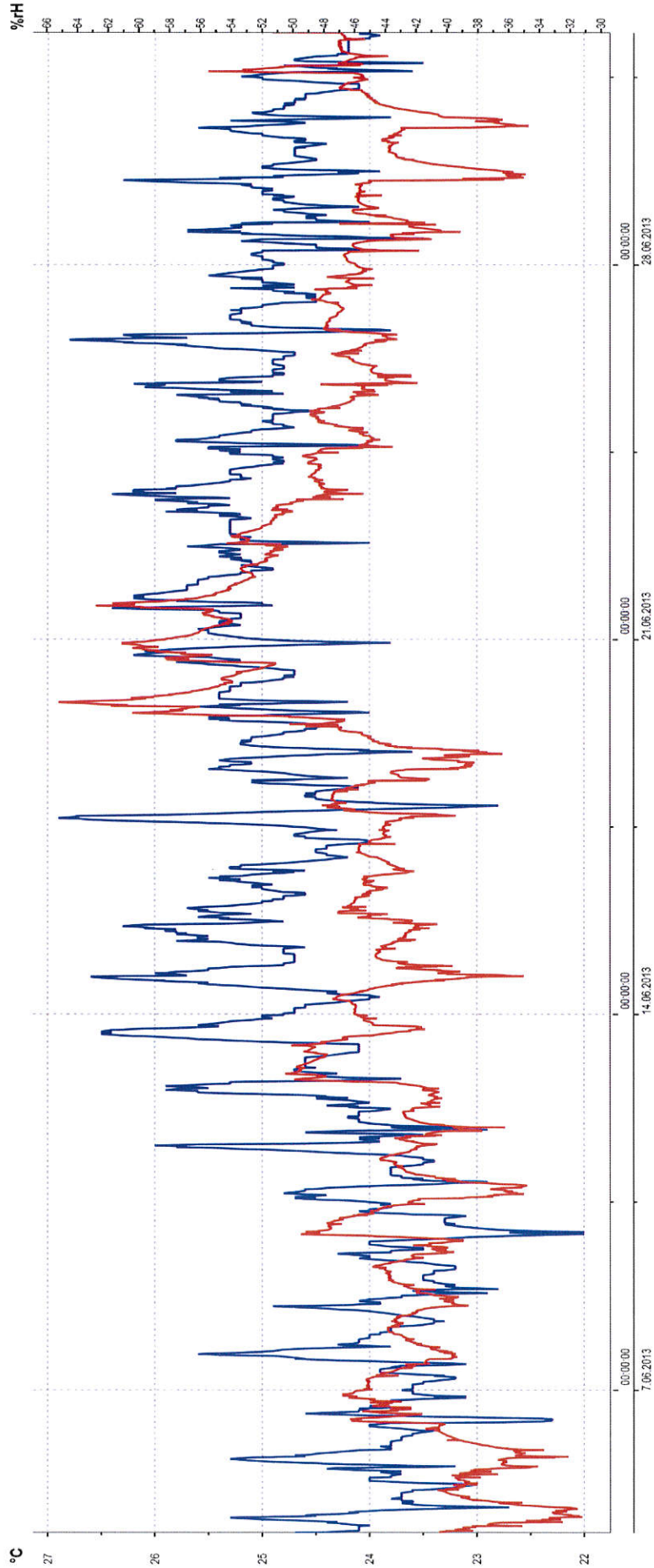
Apparatnavn:		03-10-2013 11:36:04		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:38:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:32:00	temp [°C]	21,90	26,60	24,315	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,60	61,70	41,203	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36626547					



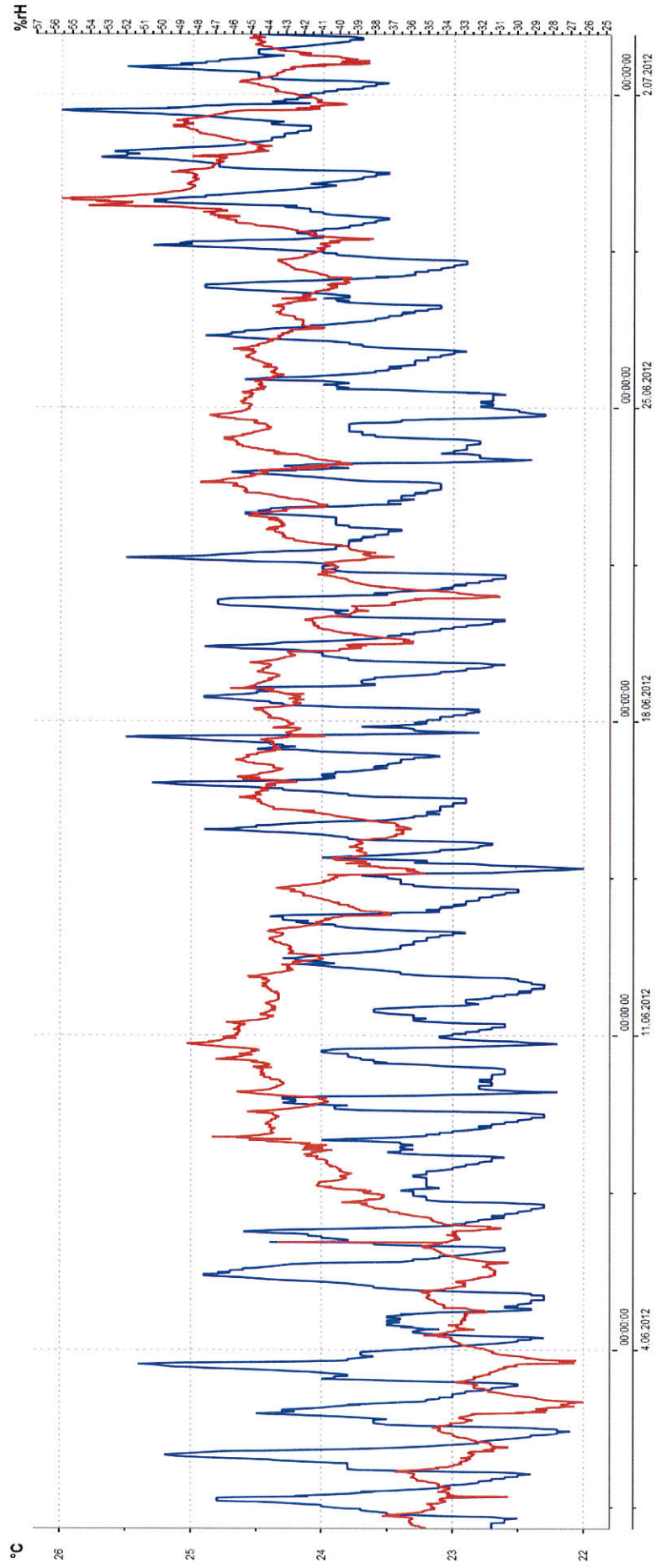
— temp[°C] — RF[%rH]

Bolig 7 Køkken
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 08:42:36		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:32:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:14:00	temp [°C]	22,00	26,90	24,674	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	31,10	65,20	45,335	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36626547					



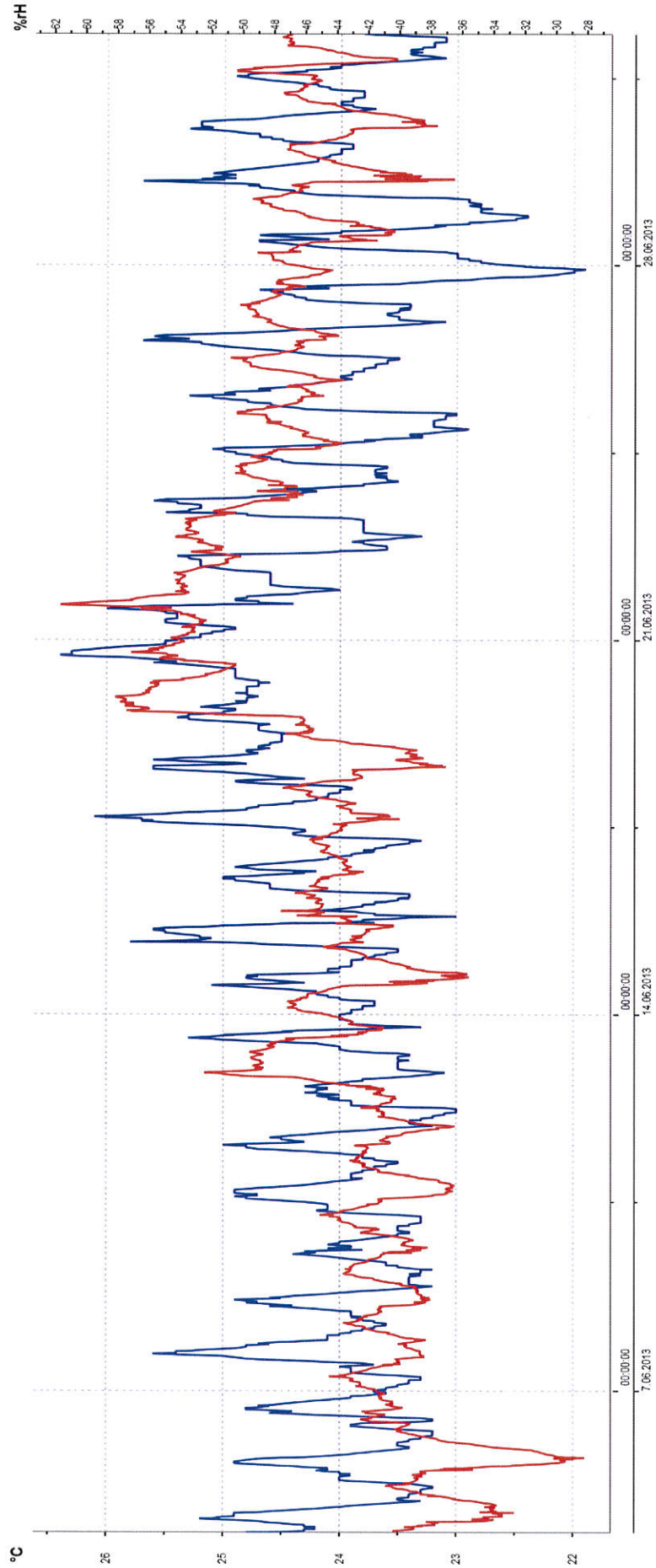
Apparatnavn:		03-10-2013 11:37:24		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:38:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:32:00	temp [°C]	22,00	26,00	23,596	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,20	55,60	40,753	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36626126					



— temp[°C] — RF[%rH]

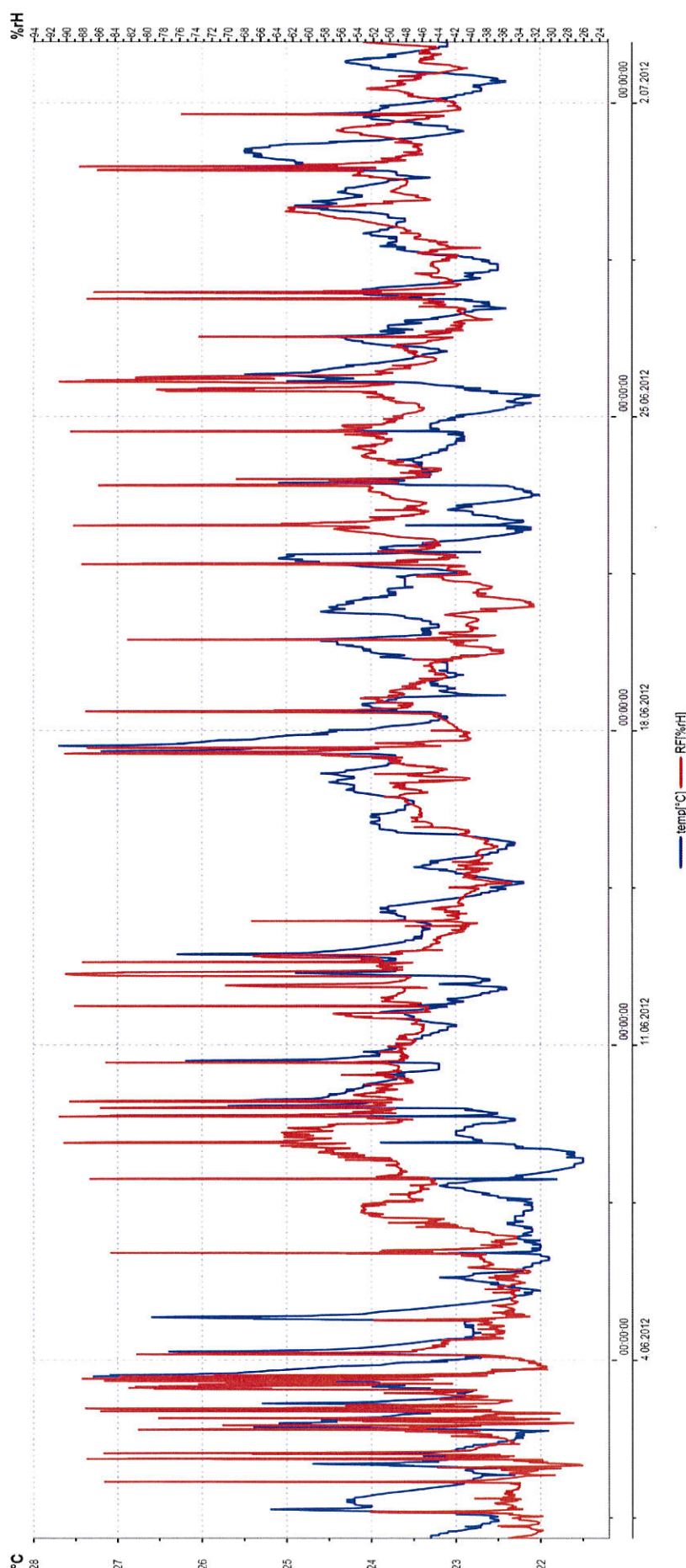
**Bolig 7 Værelse
Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 08:49:58		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:35:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:11:00	temp [°C]	21,90	26,40	24,180	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	28,10	61,60	44,755	0,0/100,0
Måleværdier: 6717					
36626126					



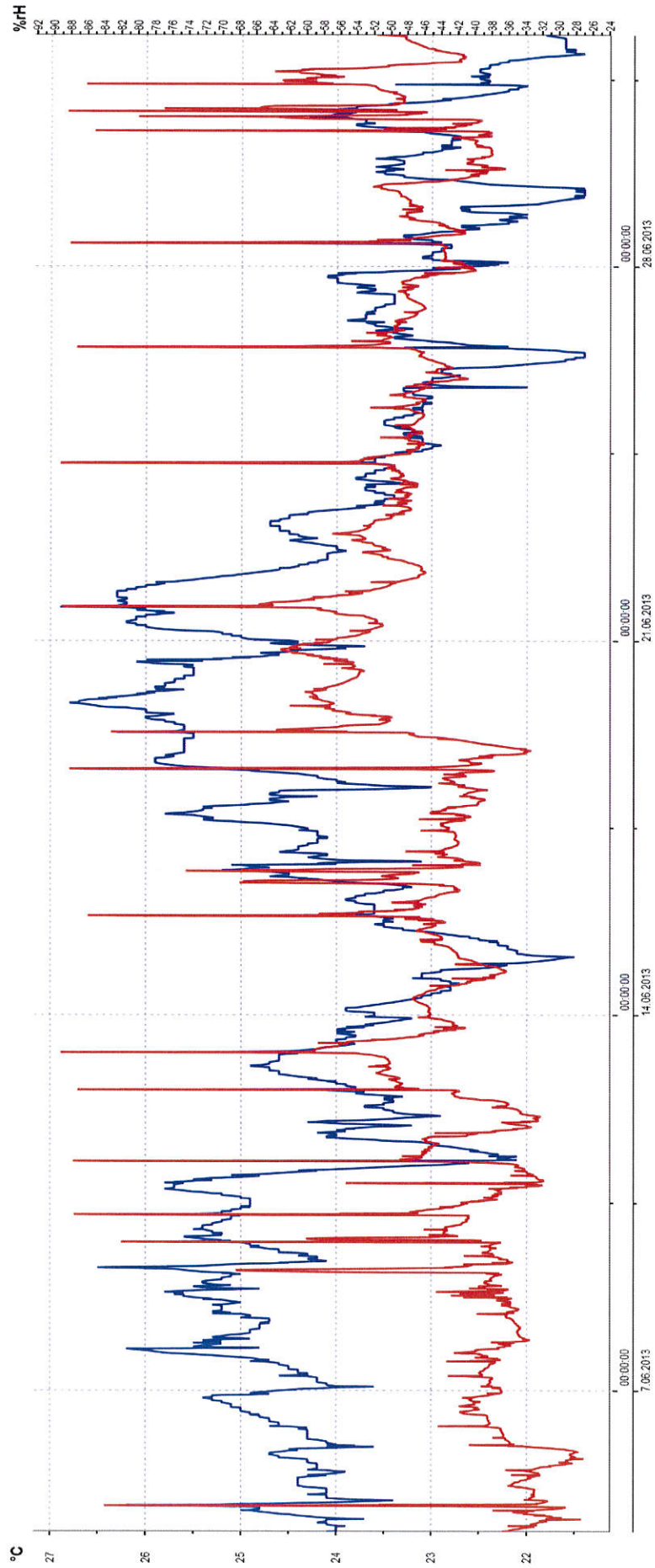
**Bolig 7 Værelse
Juni 2013**

Apparatnavn:		03-10-2013 11:48:09		Side		1/1	
Starttid:	31-05-2012 01:03:00	Minimum	21,50	Maksimum	27,70	Middelværdi	23,409
Sluttid:	03-07-2012 08:57:00	temp [°C]					-20,0/70,0
Målekanaler:	2	RF [%rH]	26,20	91,00	46,366		0,0/100,0
Måleværdier:	8000						
	36623679						



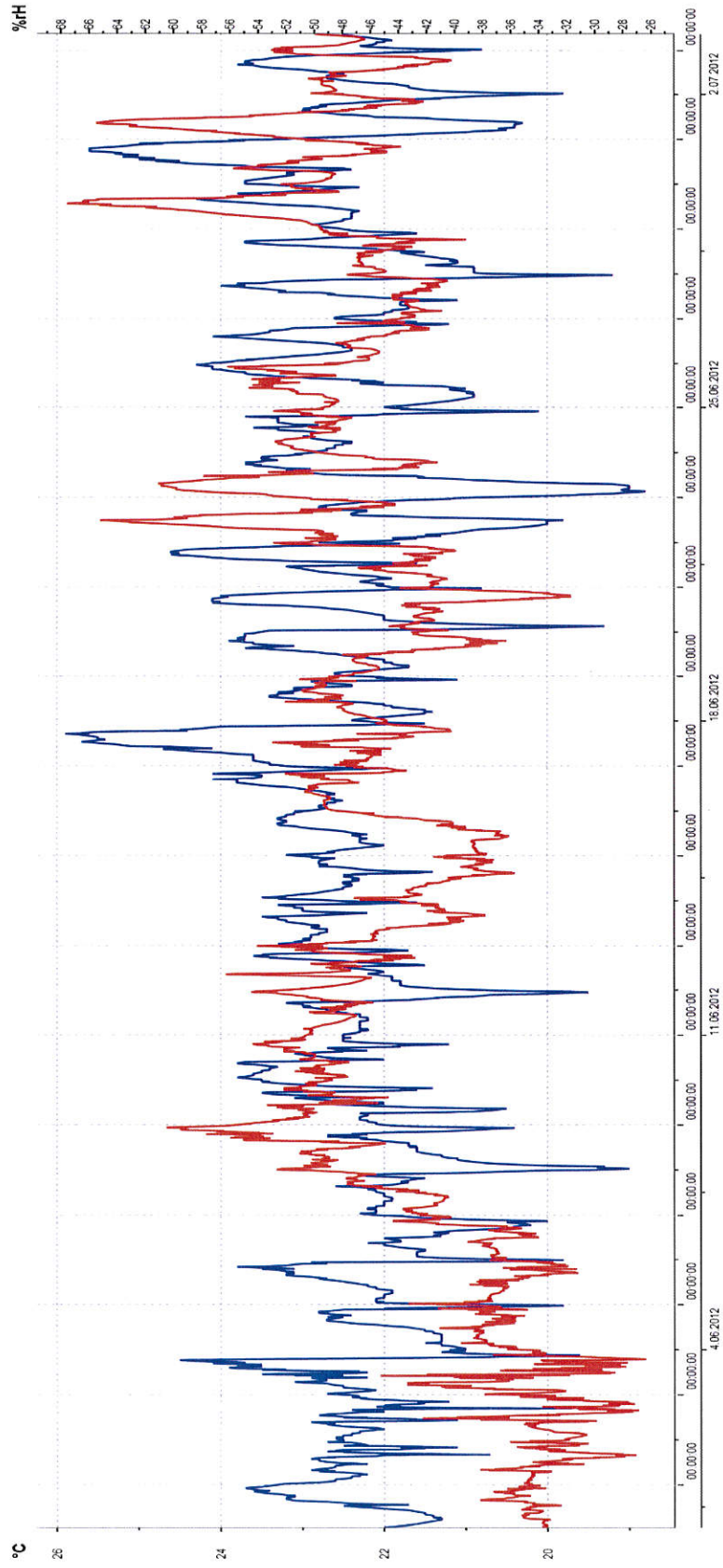
Boilig 8 Bad
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:24:43		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 09:07:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:19:00	temp [°C]	21,40	26,90	24,028	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	27,00	89,20	45,007	0,0/100,0
Måleværdier: 6713					
36623679					



Bolig 8 Bad
Juni 2013

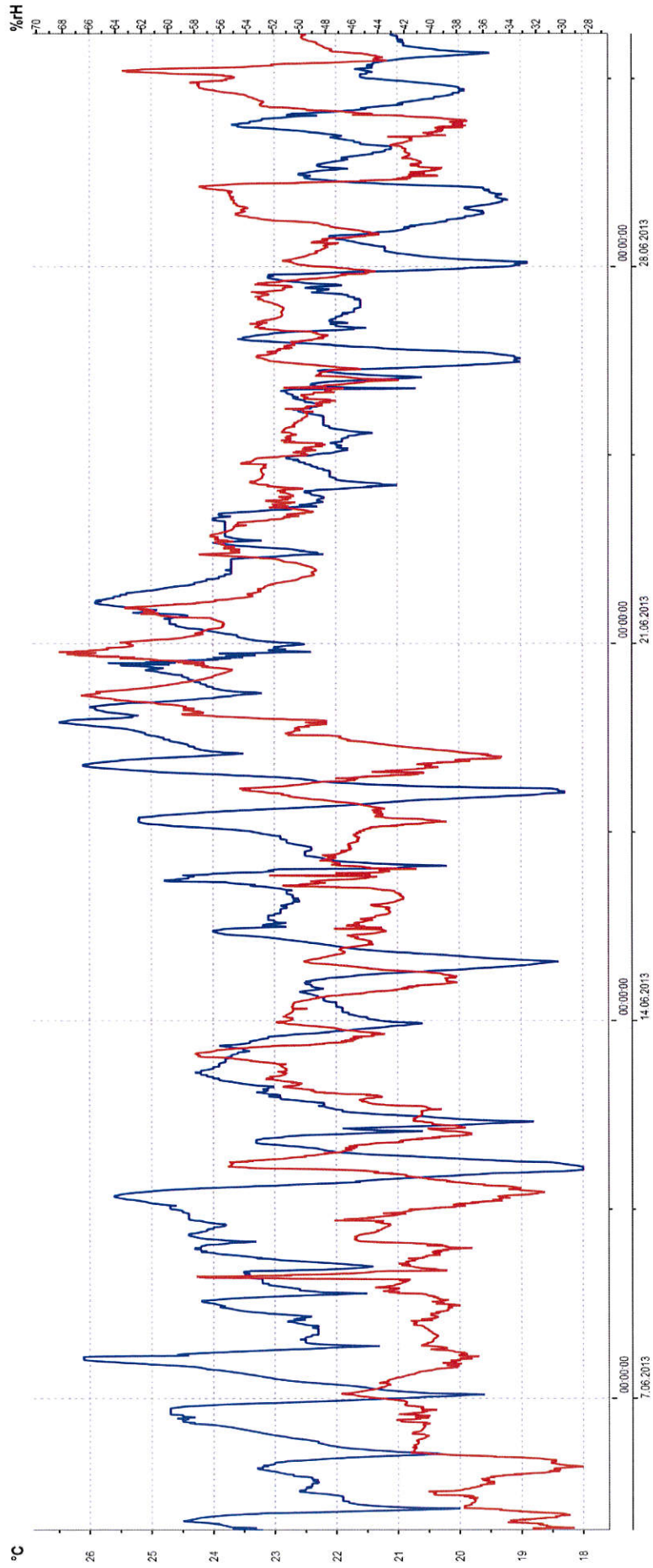
Apparatnavn:		03-10-2013 11:57:05		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 01:00:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:54:00	temp [°C]	18,80	25,90	22,428	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,40	67,70	44,875	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36626541					



— temp[°C] — RF[%rH]

**Boilig 8 Køkken
Juni 2012**

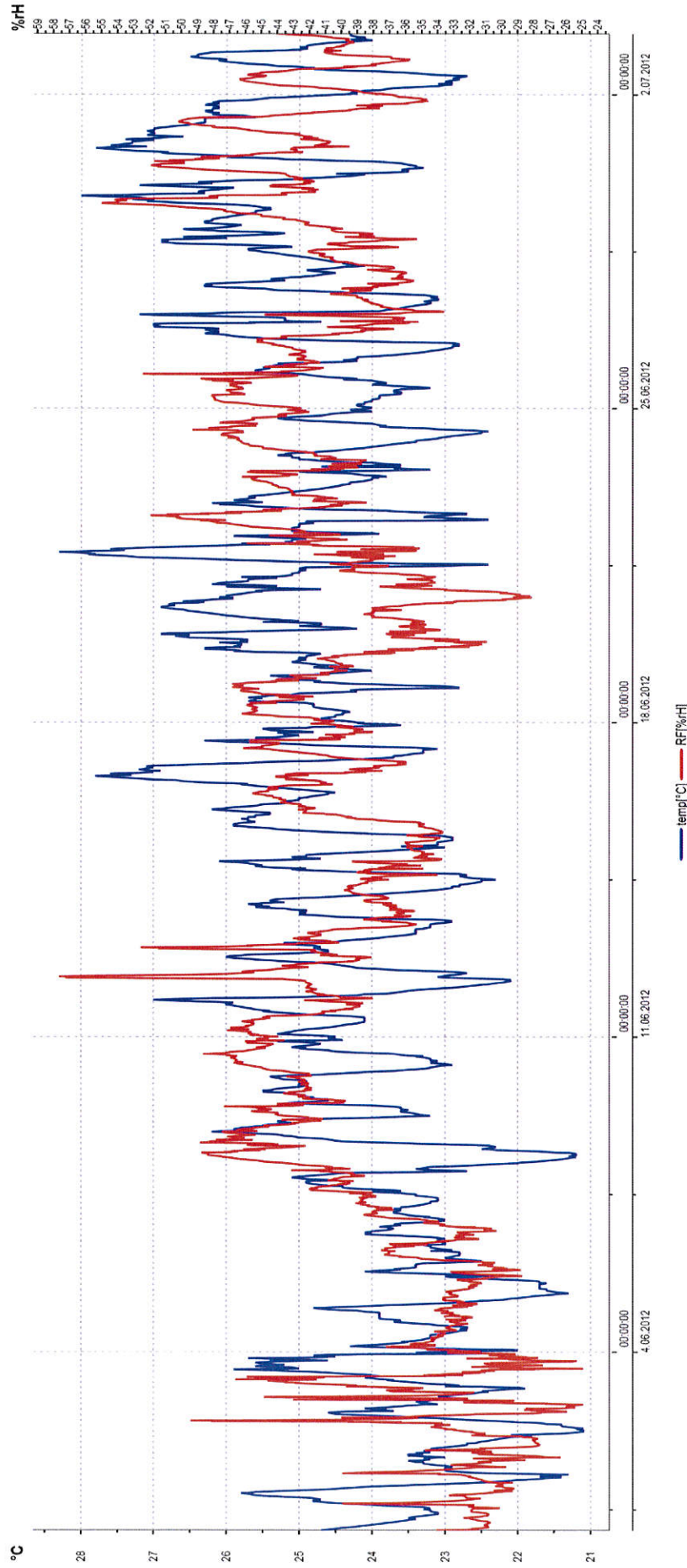
Apparatnavn:		04-10-2013 11:25:18		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 13:40:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:15:00	Temp [°C]	18,00	26,50	22,599	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	Fugt [%RH]	28,50	68,30	47,090	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36629757					



— Temp[°C] — Fugt[%RH]

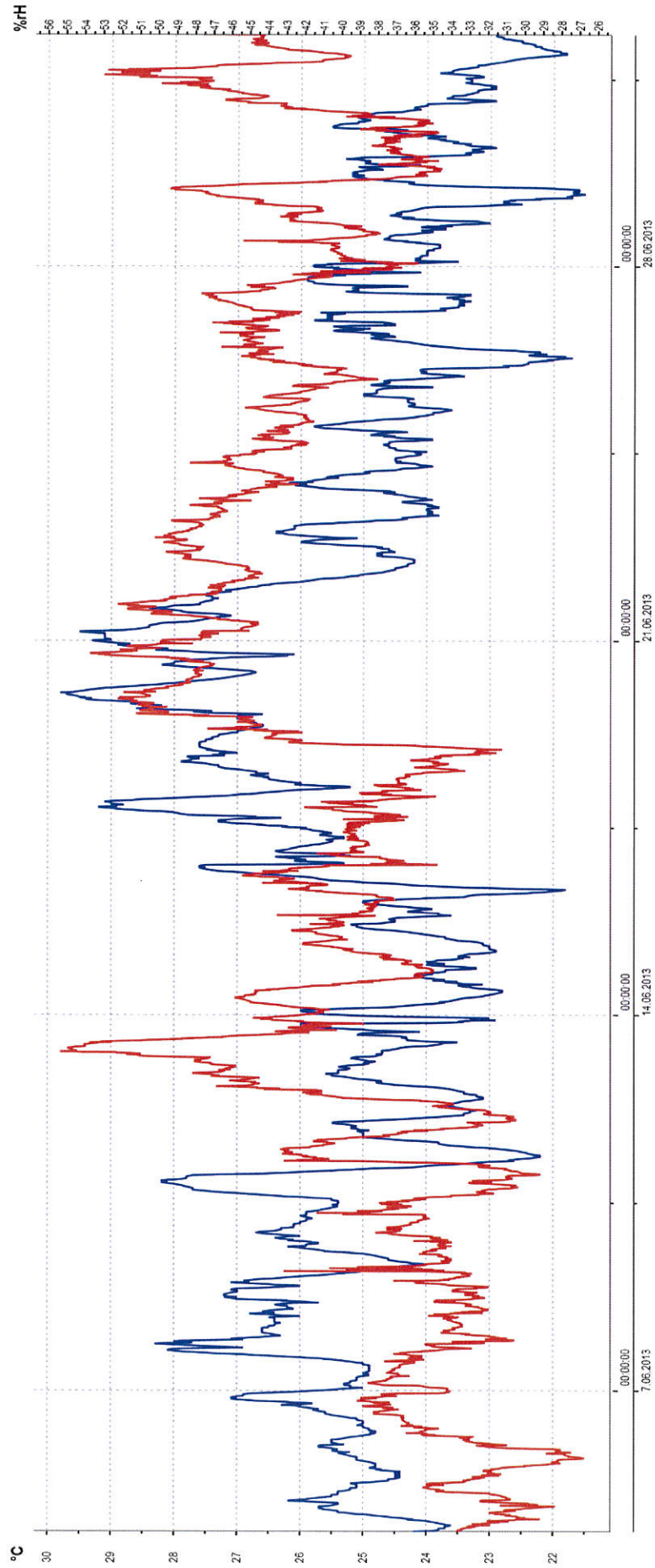
Bolig 8 Køkken
Juni 2013

Apparatnavn:		03-10-2013 14:57:25		Side		1/1	
Starttid: 31-05-2012 01:05:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 03-07-2012 08:59:00		temp [°C]		24,476		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		39,651		0,0/100,0	
Måleværdier: 8000							
36623870							



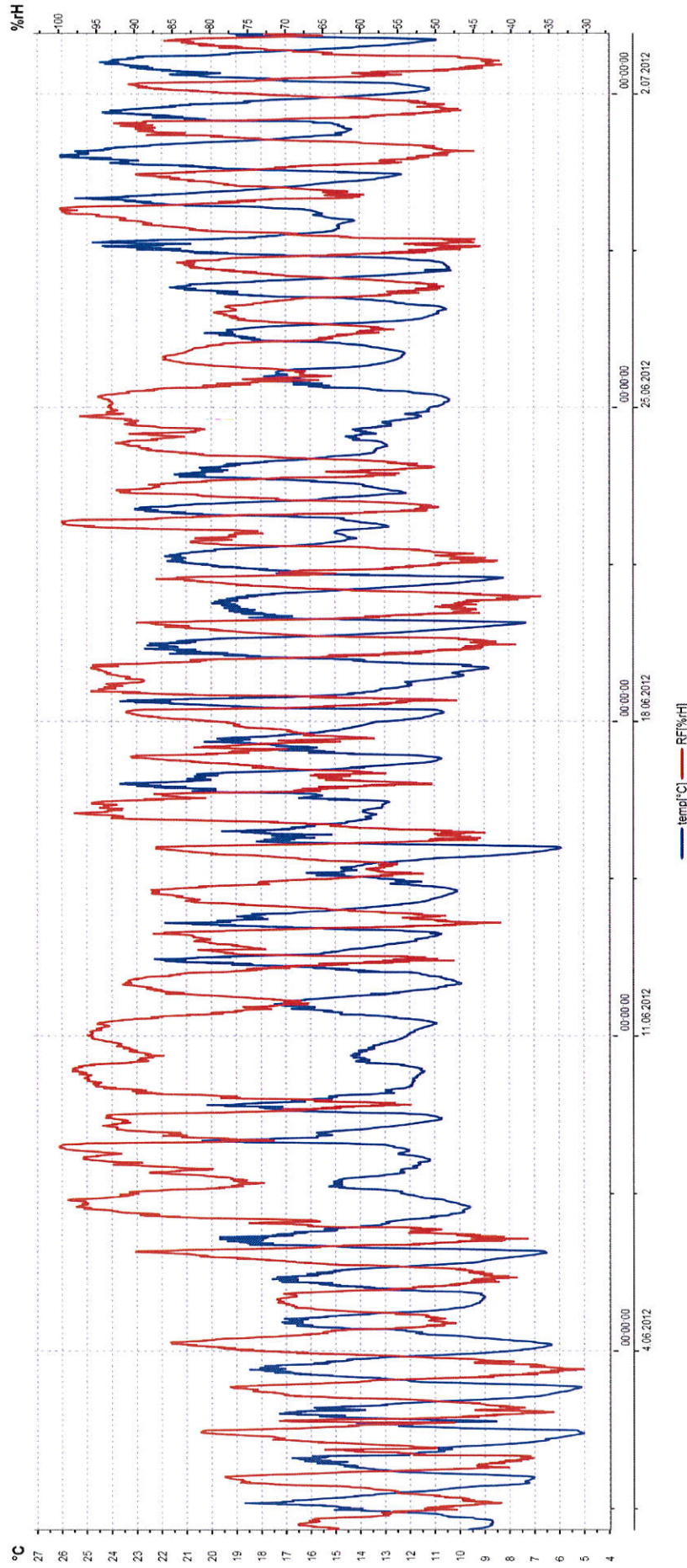
**Bolig 8 Værelse
Juni 2012**

Apparatnavn:		04-10-2013 11:26:02		Side		1/1	
Starttid: 04-06-2013 09:08:00				Middelværdi		Grænseværdier	
Sluttid: 02-07-2013 08:20:00		temp [°C]		25,189		-20,0/70,0	
Målekanaler: 2		RF [%rH]		40,597		0,0/100,0	
Måleværdier: 6713							
36623870							



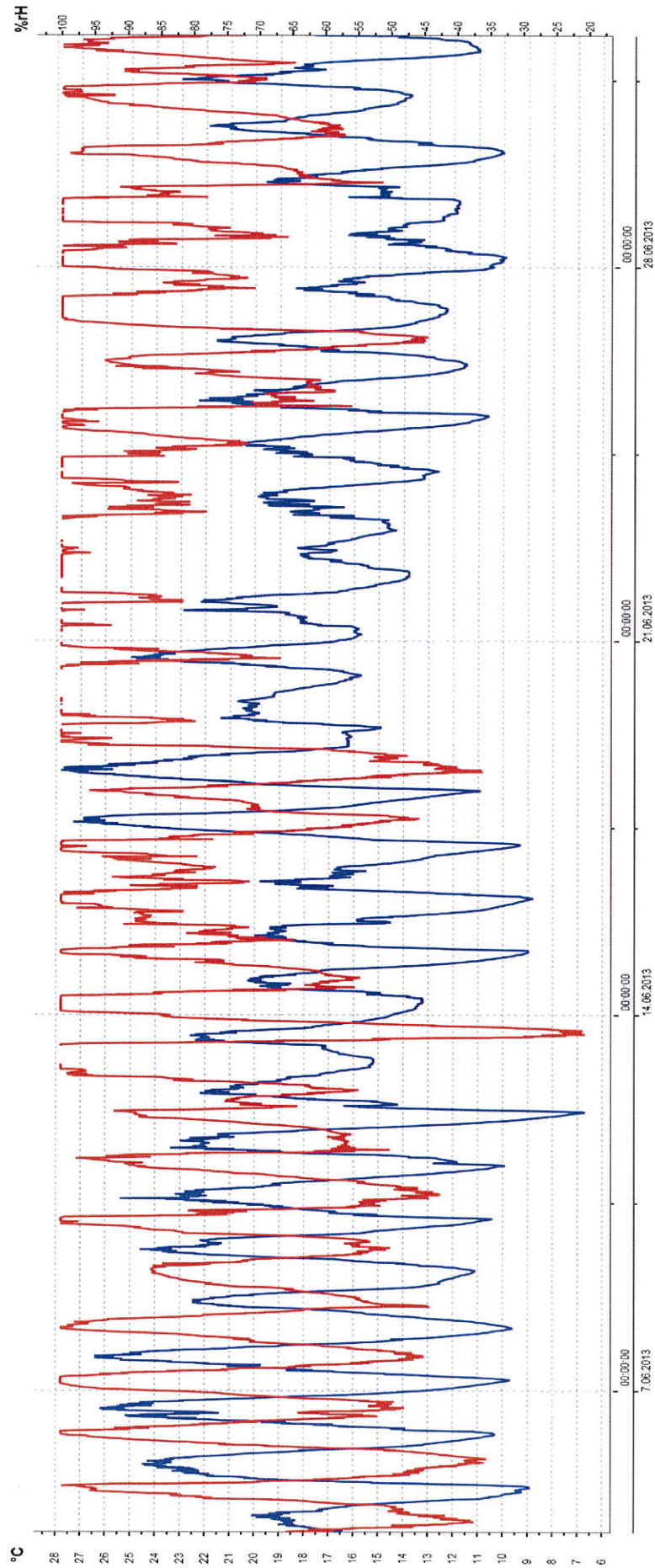
— temp[°C] — RF[%rH]
**Bolig 8 Værelse
 Juni 2013**

Apparatnavn:		04-10-2013 11:40:23		Side	1/1
Starttid: 31-05-2012 00:47:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 03-07-2012 08:41:00	temp [°C]	5,00	26,10	14,577	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	30,50	99,90	71,442	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36626535					



— temp[°C] — RF[%rH]
Udeføler
Juni 2012

Apparatnavn:		04-10-2013 11:41:15		Side	1/1
Starttid: 04-06-2013 08:38:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Graenseværdier
Sluttid: 02-07-2013 08:20:00	temp [°C]	6,70	27,80	16,508	-20,0/70,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	20,50	99,90	77,764	0,0/100,0
Måleværdier: 6718					
36626535					



— temp[°C] — RF[%rH]
Udefølter
Juni 2013

Bilag 19 Beboerkommentarer i 'efter' situation

Lejerne har under hele projektforsløbet været meget hjælpsomme og forstående for de forsøg, som er udført i bygningen. Interessen har været stor og den månedlige hjemtagning af måledata i den enkelte lejlighed har bevirket, at spørgsmål hurtigt kunne besvares og/eller evt. afhjælpes.

En del af lejerne gjorde i starten af måleperioden, hvor det stadig var det "gamle" system, som kørte, opmærksom på, at de ofte følte træk fra vinduerne. Vinduesventilerne var ikke åbne, og i nogle af lejlighederne var det ikke muligt at åbne disse, da persienner/rullegardiner forhindrede dette. Efter montering af nye emhætter og ventiler fornemmede de, at det ikke trak fra vinduerne, samt at det blev varmere i lejlighederne.

Efter montering af nye emhætter i køkken og ventiler i badeværelser, blev der konstateret en del støj fra disse. Dette skyldtes, at reguleringen og trykket i kanalen ikke var tilpasset den nye situation, hvilket betød, at beboerne blev generet af meget støj. Efter at automatikken til styring af centralventilatoren og trykket i hovdekanalen blev ændret til det dimensionerede for ventilerne, forsvandt støjgenererne. Beboerne har efterfølgende ikke følt sig generet af støj fra emhætterne.

Der er tilfredshed med, at emhætterne selv kører i op maksimumposition, når f.eks. vandet i en gryde begynder at koge/dampe, og igen kører i minimumposition, når der ikke er brug for den øgede ventilation. I projektet kom vi dog ud for en driftssituation, hvor emhætternes kontrolventil åbnede, selv om der ikke var damp fra madlavning. Dette skyldtes, at der i visse perioder i sensommeren, var en generel luftfugtighed, som var højere end den indstillede værdi (55% rH som kontrolventilernes føler er sat til).

I badeværelserne er kontrolventilerne ud over fugtighed også indstillet til at åbne ved en temperatur på over 26 °C. I visse perioder i løbet af sommeren så vi her, at de åbnede. Disse ændrede driftstilstande undrede beboerne sig over og spurgte, om dette var rigtigt. Efter en kort forklaring af grunden hertil var der en forståelse af, at dette jo ikke kunne være anderledes, når ventilerne i emhætten/badværelserne selv skulle regulere efter fugt og temperatur.

Omkring belysningen i emhætterne var den generelle holdning hos beboerne, at denne ikke var skarp nok. Der kom ikke lys nok ned på kogepladerne.

I forbindelse med rengøringsvenlighed udtalte flere af beboerne, at de havde problemer med at afmontere luftfordelingspladen. Dette krævede en del kræfter i hænder og fingre, specielt den ældre del af beboerne havde problemer med dette (også aflæseren af målerne havde problemer med at løsne disse).

Emhætten er udført med mange skarpe kanter og flere kroge, og en del beboere fortalte, at de havde svært ved at rengøre disse. Specielt omkring ledningen som løber rundt i emhætterne var der problemer. Denne blev betegnet som en fedtsamler, der var svær at komme til.

I to af badeværelserne har ventilerne kørt en "test cyklus", når lyset slukkes, dette bliver undersøgt nærmere for at finde fejlen.

Generelt er beboerne i dag tilfredse med emhættene, og de syntes, at det er smart at de selv regulerer op og ned efter behov. De giver udtryk for at indeklimaet i lejlighederne er blevet bedre.

Bilag 20 Varme- og elbesparelser

I bygninger, hvor der er konstant udsugning uden varmegenvinding, er der et ventilationstab, idet erstatningsluften skal varmes op af varmeanlægget i den enkelte bolig.

I den bygning, hvor vi har foretaget målinger, var det samlede boligareal jf. BBR på 674 m². Der blev for perioden 01-08-2012 til 01-11-2012 gennemsnitlig målt en volumenstrøm i hovedkanalen på 311,60 l/s, mens den i perioden 01-08-2013 til 01-11-2013 gennemsnitlig var 143,86 l/s. I den sidste periode var de eksisterende emhætter og udsugningsventiler i badeværelserne udskiftet til nye fugtstyrede, trykket i kanalen sænket, og der var monteret en ny styring af ventilatormotoren.

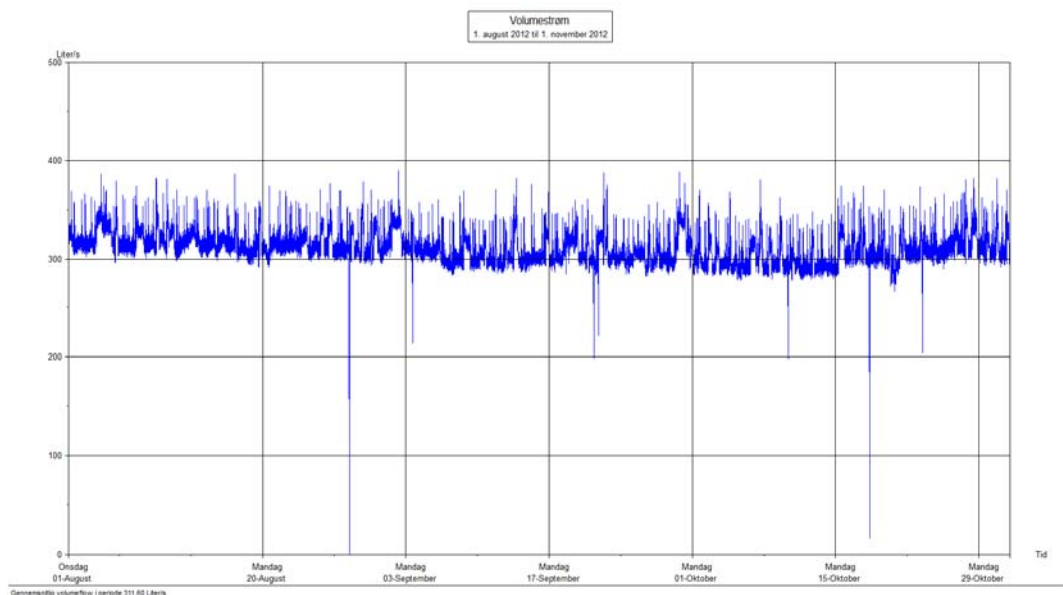
På kurven ses det, at volumenstrømmen er faldende fra august til november 2013, dette skyldes, at udetemperaturen falder og derved den relative fugtighed inde i bygningen. Der er derfor ikke brug for den samme ventilation for at ventilere fugtighed ud af bygningen, og de fugtstyrede ventiler lukker mere og mere ned til et minimum.

Ud fra forudsætningen at der bruges 130 kWh pr. l/s pr. år, hvis udeluften opvarmes til 20 °C, kan varmebesparelsen beregnes.

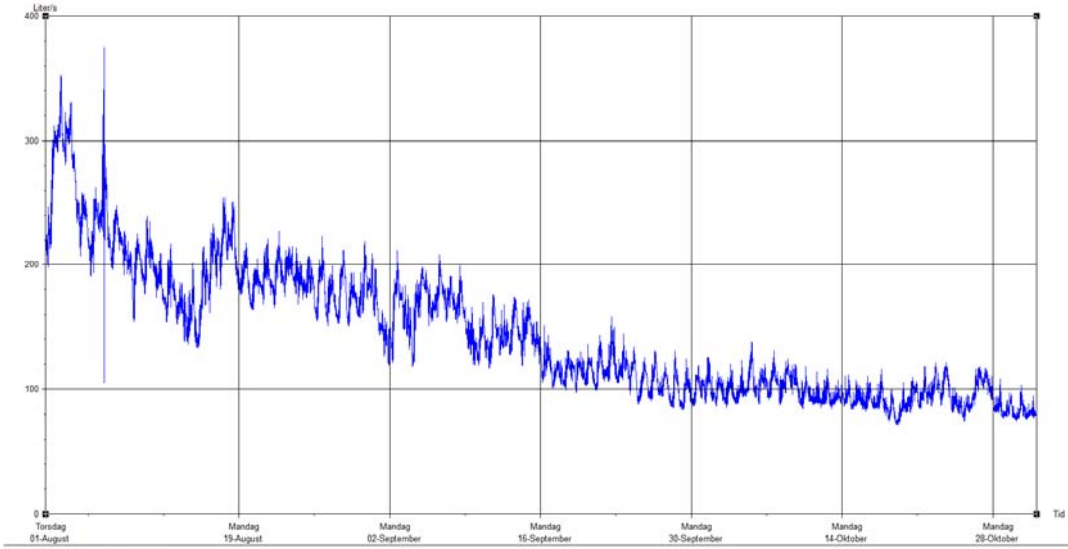
Varmebesparelsen vil på baggrund af ovenstående i den pågældende bygning blive ca. 22.000 kWh pr. år.

Besparelsen svarer til, at energiforbruget til opvarmning i bygningen bliver sænket med ca. 32 kWh/m².

Hvis disse resultater overføres til energimærkningskalaen, hvor der ca. er 25 kWh/m² mellem hver skalaværdi, kan bygninger med centraludsug, som får monteret fugtstyret boligventilation, sandsynligvis forbedre bygningens energimærke med et skalatrin.



Volumestrem
1. august 2013 til 1. november 2013



El besparelse:

Under hele forløbet blev effektoptaget for ventilatormotoren registreret.

Da projektet ikke har målinger over 2 fulde år, er der valgt at sammenligne perioden fra den 1. august til 1. november henholdsvis i 2012 og 2013. I perioden for 2012 var der ikke ændret på installationen, hvilket betød, at det var de eksisterende emhætter og badeværelseventiler, som var monteret. Undertrykket var ca. 150 Pa og volumenstrømmen ca. 311 l/s. Under de forudsætninger var den gennemsnitlige optagende effekt på 0,14 kW.

For tilsvarende periode i 2013, hvor det var de nye emhætter og badeværelseventiler, var der et undertryk i hovedkanalen på ca. 100 Pa og en volumenstrøm på ca. 144 l/s og den gennemsnitlige optagende effekt var 0,06 kW.

Ud fra ovenstående forudsætninger se fig. 1 og 2 og en opskalering til et år, vil det betyde, at der kan opnås en elbesparelse på ca. 700 kWh/år på centralventilatoren.

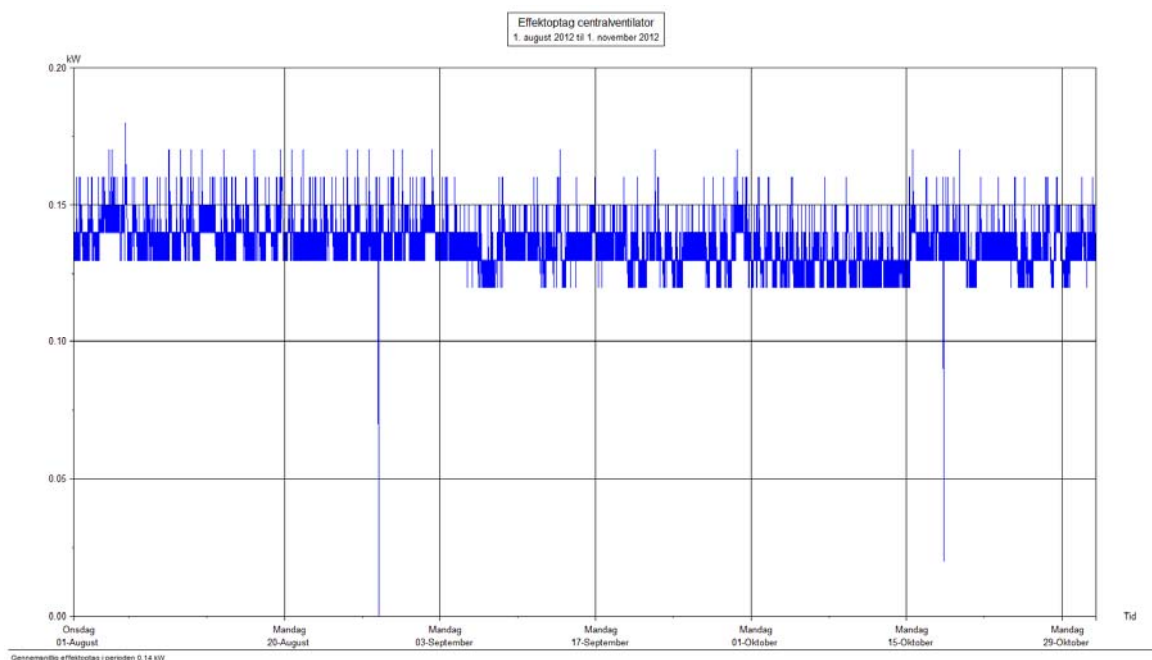
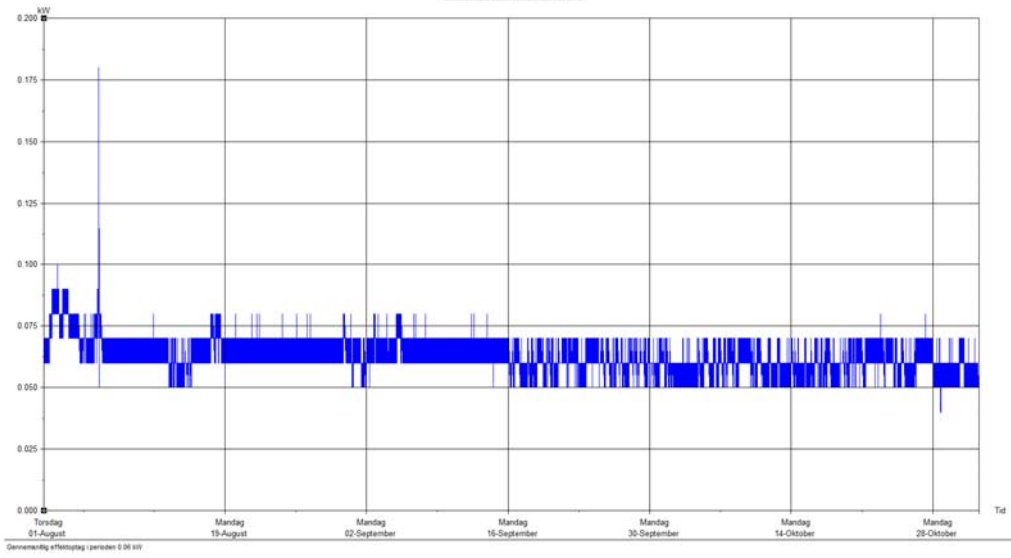


Fig. 1

Effektlog for centralventilator
1. august 2013 til 1. november 2013



Bilag 21 Studietur til Malmø

Tirsdag den 24. januar 2012.

Formålet med studieturen til Malmø i Sverige var inspektion af etagebolig med 30 lejligheder, hvor der er kørt forsøg med fugtstyret og (temperaturstyret) hybridventilation. Mødet var arrangeret af Rikard Zetterlund.

Det svenske bygningsreglement har i flere år tilladt behovsstyring i etageboliger.



Regelsamling för
byggande, BBR



2012

Svenske bygningsreglement BBR 2012

6:251 Ventilationsflöde

Ventilationssystem ska utformas för ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s per m² golvarea. Rum ska kunna ha kontinuerlig luftväxling när de används.

I bostadshus där ventilationen kan styras separat för varje bostad, får ventilationssystemet utformas med närvaro- och behovsstyrning av ventilationen. Dock får uteluftsflödet inte bli lägre än 0,10 l/s per m² golvarea då ingen vistas i bostaden och 0,35 l/s per m² golvarean då någon vistas där.

Allmänt råd

Kraven avseende ventilationsflöde bör verifieras genom beräkning och mätning.

Vid projektering av uteluftsflöden bör hänsyn tas till att flödet kan komma att minska på grund av smuts i ventilationskanaler, ändring av tryckfall över filter m.m.

För självdragsventilation kan Boverkets handbok *Självdragsventilation*, användas som vägledning.

Uddrag af tekst fra det svenske bygningsreglement BBR 2012.

**BEHOVSSTYRD VENTILATION I NYBYGGDA FLERBOSTADSHUS –
TEKNISK FUNKTION OCH BRUKARSYNPUNKTER. RESULTAT FRÅN EN
TEKNIKUPPHANDLING.**

2009-03-30

Åke Blomsterberg, WSP Environmental, Malmö

Rapport titel fra forsøg i Stockholm.

Behovsstyrd ventilation

Projektet har sitt ursprung i en tidigare tekniktävling som drevs av Energimyndigheten och Stockholms stad (LIP kansliet) 1998-2000. System för behovsstyrd ventilation installerades i tre provlägenheter 2000-2001 och i ett provhus 2001-2003. Därefter har systemet utvärderats och dokumenterats.

Mål och syfte

Syftet med tekniktävlingen var att med hjälp av styrning av ventilationsluftflödet, via luftfuktighet, CO₂, närvaro – frånvaro och matos, kunna minska ventilationen under de tider då ingen vistades i lägenheterna. Därigenom beräknades energianvändningen för ventilation kunna minskas med ca 20 procent, jämfört med om kontinuerligt normluftflöde upprätthållits över dygnets alla timmar.

Genomförande

Systemet för behovsstyrning installerades i ett av JM:s hus på Lilla Essingen, Stockholm, och har utvärderats under en provperiod. Resultaten har dokumenterats i rapporten.

Resultat och erfarenheter

Erfarenheterna från provhuset visar att ventilationssystemet inte har gått att justera in tillfredställande vad avser storleken på luftflödet vid driftfallet lägsta ventilation (ingen hemma) och forcerad ventilation. Detta berodde på brister i utformningen av ventilationssystemet i provhuset, som bl.a. var orsakad av att anpassningen av tävlingsförslaget till normal byggproduktion och de boendes önskemål inte helt hade lyckats. Dessutom har styrningen av luftflödet och fuktstyrningen inte blivit tillräckligt tillförlitlig. Det har inneburit att behovsstyrningen av ventilation endast fungerat under kortare perioder på tillfredställande sätt samtidigt i alla lägenheterna. Bristerna har medfört att det inte gått att dokumentera någon energibesparing. Trots bristerna har boendeenkäter visat att de boende i stort sett varit nöjda med systemets funktion och luftkvalitet. Det finns däremot en berättigad oro från de boende om hur den framtida driften av systemet ska ske när den övertas av bostadsrättsföreningen.

Projektet visar att det krävs ytterligare branschgemensam utveckling för att få fram tillräckligt bra system och komponenter för behovsstyrning av ventilationen i flerbostadshus. Tekniken finns men systemet måste förbättras ytterligare innan det kan införas generellt.

[Du kan ladda ner rapporten här.](#)

Kort projektbeskrivelse, resultater og sammenfatning fra forsøgene i Stockholm.

Hej Christian!

Behovsstyrning av ventilation i svenska flerbostadshus är ovanligt. Jag känner till ett projekt i Stockholm med närvarostyrning och fuktstyrning, men där systemet aldrig fungerade tillfredställande. Rapporten finns på <http://www.bebostad.se/sa/node.asp?node=58>. I Malmö finns åtminstone ett flerbostadshus där självdragsventilation byggts om till hybridventilation med temperatur- och fuktstyrning. Systemet består av komponenter från Aereco. Komponenterna såldes tidigare av Exhausto. I kontorsbyggnader är det relativt vanligt med behovsstyrd ventilation, ofta ett system från Lunda-företaget Lindinvent <http://www.lindinvent.se/>. Kontoret jag arbetar i har det systemet.

Med vänlig hälsning / Best regards

Åke Blomsterberg

WSP Environmental, Malmö

(and Energy and BuildingDesign, Lund Institute of Technology)

Address: Box 574, S-201 25 Malmö

Visit: Jungmansgatan 10

Direct: +46 (0)40 35 43 31

Mobile: +46 (0)708 85 94 39

www.wspgroup.se (and www.ebd.lth.se)

KONSULTER FÖR SAMHÄLLE OCH MILJÖ

Malmö besøg

Hej Rikard Zetterlund

Studiebesöket är bokat till kl. 10 tisdagen den 24 januari. Adressen är Vendelsfridsgratan 11, Malmö (för hitta dit använd Google maps eller GPS). Vi träffas vid huset och möts av husvärderna, Jan Jörlund, samt ev. initiativtagaren från MKB Egon Lange. Vi kommer bl.a. att få tillträde till en takvåning.

Åke Blomsterberg

WSP Environmental, Malmö

(and Energy and BuildingDesign, Lund Institute of Technology)

Address: Box 574, S-201 25 Malmö Visit: Jungmansgatan 10

Direct: +46 (0)40 35 43 31

Mobile: +46 (0)708 85 94 39

www.wspgroup.se (and www.ebd.lth.se)

KONSULTER FÖR SAMHÄLLE OCH MILJÖ

Hybridventilation i flerbostadshus

Martin Edfeldt
Erik Elsmén

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2007
Rapport TVIT-07/5011



Rapport titel omhandlende forsøg i Malmø.



Adresse i Malmø.



Forsøgsbygning er markeret med 'A'. Billede er ikke opdateret!







Friskluftventiler er ikke umiddelbart synlige; men der er en lille spalte foroven i vinduet.



Aftrækskanaler fra kælder.



I forgrunden "ses" aftrækskanaler afsluttet i en manifold og hybridventilator.



Mærkeplade på hybridventilator.



Fugtstyret friskluftventil fra Aereco.



Aftrækskanal i køkken. Ingen emhætte i køkken!



Aftrækskanal på badeværelse.



Spalte foroven I badeværelsesdør og rist fornedden.

Link til indblæsningsristen fra firmaet aereco:

<http://www.aereco.com/int/uk/>

Situated in France in Marne-la-Vallee, Aereco is present in Western and Eastern European countries, in China, Japan and in other Asian and American countries. With 6 subsidiaries and 3 sales offices, Aereco employs today more than 250 persons, all dedicated to quality, performance and innovation.

More than one million ventilation components are produced every year by the manufacturing plant in Marne-la-Vallee which are used in 300 000 dwellings all over the world, mainly in Europe, and hence help reduce energy consumption in buildings.

Bilag 22 Generelle anbefalinger af Niels Schondel Øland

Erfaringer fra behovsstyret ventilation til flerfamilieboliger (etageejendomme) og anbefalinger

Baggrund Jeg har arbejdet med behovsstyret boligventilation i mere end 30 år.

I slutningen af 80`erne blev det mere og mere nødvendigt at behovsstyre boligventilationen på grund af indeklimaproblemer og energimæssige krav. Der blev samtidig udviklet ny automatik og nye ventilatormotorer.

Det var vanskeligt at få de projekterende ingeniører og ventilationsentreprenører til at forstå hvorledes et behovsstyret ventilationsanlæg skulle projekteres, monteres og indreguleres. Derfor skrev jeg den første bog om dimensionerings- og monteringsvejledning i Exhausto regi også kaldet EBV bogen i år 1992. EBV står for Exhausto Bolig Ventilation. Siden er systemerne videreudviklet ud fra bygningsreglementets krav, samt energimæssige krav og krav til effektiv ventilation for at sikre et godt indeklima for beboerne, samt for at sikre bygningernes beskaffenhed.

Indhold:

<u>Emne</u>	<u>Side nr.</u>
Baggrund	side 1
Indhold	side 2
Ventilator/aggregat	side 3
Kanaler	side 4
Emhætter	side 5
Luftarmaturer	side 6
Taghætter	side 7
Udeluftventiler	side 8
Automatik	side 9
Energikrav	side 10
Ventilationskrav	side 11
Lydkrav	side 12
Røg- og brandsikring	side 13
Projektering	side 14
Montage	side 15
Indregulering	side 16
Bruger-, drifts- og vedligeholdelsesvejledninger	side 17
Servicering	side 18
Ventilationssystemer	side 19 og 20
Konklusion	side 21

Ventilator/aggregat

Ventilator

Centralanlæg med ventilator på loft eller tag

Ventilatoren betjener flere lejligheder.

Udsugningsventilatoren skal være trinløs regulerbar.

Motoren skal være enten med frekvensomformer eller en EC-motor. Motoren skal kunne nedreguleres til ca. 40 % af maksimal ydelse. Motoren må ikke være i luftstrømmen, ellers skal der monteres en røgventilator på loft.

Ventilatorhjul skal være bagudbøjede skovle med mulighed for rensning og servicering. Ventilatorhus skal være isoleret (lyd og kondens) med indvendig metalkappe. Ventilatoren skal være med svingningsdæmpere.

Hvis der bruges boksventilator til montage på loft og der er små loftslemme, er det godt hvis ventilatoren er en splitmodel.

Tagventilator kan anvendes til udvendig montage til flade og skrå tage, hvis den ligner en skorsten. Der kan være spørgsmål omkring røgventilering.

Aggregat

Centralanlæg med aggregat på loft

Aggregatet betjener flere lejligheder.

Aggregat skal være med varmegenvinding med modstrømsveksler evt. med krydsvarmeveksler med her kan temperaturvirkningsgraden være svær at overholde efter gældende lovkrav og i særdeleshed efter kommende lovkrav - hvis disse skærpes. Det vil dog være muligt at anvende dobbelt krydsvarmeveksler til opnåelse af højere virkningsgrad.

Rotorvarmeveksler kan overføre lugt fra emhætteudsugning og selv om effektive filtre kan opfange "lugt", kan "rotor" ikke anvendes, fordi der er risiko for lugtoverførsel til indblæsningen. Samtidig er der en almen modstand for brug af rotorveksler.

Filtre F7 indblæsning og min F5 på udsugning. Bedst med ens filtre således, at de ikke byttes om.

Decentralanlæg med aggregat under loft i fordelingsrummet (typisk i entré)

Aggregatet betjener én lejlighed.

Aggregatet skal være med varmegenvinding med modstrømsvarmeveksler evt. med rotorvarmeveksler. Denne kan evt. overføre luft fra emhætteudsugning, men da den forbliver i den enkelte lejlighed kan "rotor" evt. bruges og man undgår kondens afløb.

Det anbefales at anvende modstrømsveksler pga. ingen lugtoverførsel samt høj temperatur virkningsgrad.

Filtre F7 indblæsning og min F5 på udsugning.

Kanaler

Nye

Kanaler skal være i galvaniseret stål med "safe-samlinger" og mindst i tæthedsklasse C i henhold til DS447.

Der skal være indbygget lyddæmpere ved aggregat/ventilator, samt ved afgrening til hver lejlighed ved flerfamilieboliger.

Kanaler kan være rektangulære eller cirkulære.

Kanalsystemet skal være med aftagelige rensedæksler i et omfang, således at der tages hensyn kanalrensemuligheder.

Isolering af kanaler udføres i henhold til brandnorm DS 428 samt kondensisolering.

Det anbefales, at der er et tryktab i kanalsystemet på max 1,0 Pa pr. løbende meter kanal.

Vejledende kanaldimension og max luftmængde

Kanaldimension

Max luftmængde

Hydraulisk diameter

Ø125 mm	55 l/s (198 m ³ /h) ved forceret luftmængde må max trykfaldet godt overskrides
Ø160 mm	67 l/s (242 m ³ /h)
Ø200 mm	121 l/s (436 m ³ /h)
Ø250 mm	218 l/s (785 m ³ /h)
Ø315 mm	401 l/s (1143 m ³ /h)
Ø400 mm	751 l/s (2704 m ³ /h)
Ø500 mm	1355 l/s (4847 m ³ /h)

Kanaler

Eksisterende

Hvis kanalsystemet er et eksisterende system af beton, mursten eller metalkanaler er det vigtigt at kontrollere, at de er tætte, og der ikke er etagebjælker som går ind i dem. Hvis de er utætte eller er der tale om skorstene skal de tættes i godkendt materiale.

Skorstene skal ikke bruges som indblæsningskanaler

I det hele taget skal skorstene tættes meget omhyggeligt for der vil altid være mulighed sodudtrængning.

Emhætter

Emhætter skal konstrueres i ubrændbart materiale

Emhætter bør/skal have et funktionelt og betjeningsvenligt design, samt have filter og arbejdslys indbygget, de sidste 4 betingelser er ikke beskrevet BR2010.

Belysningen bør/skal være lavenergipærer med en Lux og Candela, således at farven på maden ikke forvrænges

Udsuget luftmængde (grundvent) min 20 l/s. Der er ikke krav om mulighed for forceret udsugning i BR2010 dette er en mangel. Min erfaring er, at der ved madlavning er behov for udsugning ca. 40 l/s (forceret ventilation) i 30 minutter fra emhætten. Og at emhætten skal have indbygget timerfunktion (max 30 minutter).

Lydniveau ved grundventilation max 30 dB(A) 1 meter fra emhætten.

Der er i BR2010 ikke krav om emhættens em opfangningsevne.

Det er der i Sverige hvilket bevirker et design, som ikke ønskes på det danske marked.

Ligeledes bør der stilles krav til filtrenes udskilningsgrad (effektivitet og rensningsevne).

Der bør også i fremtidens emhætter til etagelejligheder være indbygget fugt-, temperatur- og CO2 føler, som kan forcere udsugningsluftmængden, hvis en angiven fugt-, temperatur- og CO2 grad er overskredet.

Hvis der i boligkomplekset er ældre- og handikapvenlige lejligheder, skal der være mulig for enkelt og let betjening af emhætten ved køkken bordplade.

Luftarmaturer

Luftarmaturer skal konstrueres således, at de er rengøringsvenlige og i et design som passer til indbygning i loft og væg. Tidligere anvendte man kontrolventiler med "skæv" kegle, som brugerne ikke syntes om rent designmæssigt. Andre kontrolventiler er meget brugt og billige, men kan ikke indstilles af brugerne.

Erfaringerne viser at fremtidens udsugnings- og især indblæsningsarmaturer skal kunne justeres af brugerne med hensyn til indblæsningsretning, fordi det ikke er mulig i projekteringsfasen at fastsætte møbleringsindretningen. Derfor opstår der ofte trækproblemer fra indblæsningsarmaturer.

Luftarmaturer skal kunne indstilles til udsugning på 15 l/s fra bad/WC og ved særskilt WC og bryggers 10 l/s. Samtidig skal der være muligt for en Pa modstand på 50 eller 100 Pa i armaturet. Lydniveauet må max være på 30 dB(A) til tilstødende rum. Indblæsningsarmaturer skal være med mulighed for luftretningsændring, som brugeren selv kan justere.

Fremtidens luftarmaturer til lejligheder i etageejendomme skal være i et moderne design eks. rektangulære i murstensformat med mulighed for retningsbestemt indblæsningsmønster. Brugeren skal selv kunne ændre på indblæsningsmønsteret. Udsugningsarmaturet kan bør/skal have fugt-, temperatur- og CO2 føler indbygget, således at udsugningsluften kan forceret efter angiven fugt- og CO2 indstilling.

Taghætter

Taghætter til luftafkast og luftindtag skal konstrueres således, at der er et minimalt tryktab, lavt lydniveau, kondens- og lydisoleret og passer ind i et hvert arkitektonisk miljø. Stadsarkitekten i København ønsker at taghætter mest ligner skorstene.

Tidligere er der anvendt tudtagsten op til 8-12 stk. samlet som afkast- og indtagstaghætte. Disse havde et fint arkitektonisk udseende men der var et meget stort tryktab over tudtagstenene. Overgangsstykke til tilslutningskanal og de mange tudtagsten var også en dyr løsning. Derfor bruges denne løsning ikke mere.

Jethætter har også været anvendt til luftafkast, men der er et større trykfald og ikke et arkitektonisk tilfredsstillende udseende.

Øland taghætter ITA anvendes til luftafkast og ITI til luftindtag. ITA og ITI er udviklet i tæt samarbejde med Teknologisk Institut. Taghætter har et minimalt tryktab (energimæssigt optimalt). ITA og ITI er kondens og lydisoleret og sikkerhed for vandindtrængning. ITA har lodret luftafkast og ITI har vandet luftindtag. Taghætterne er cirkulære og sortmalet samt passer i ethvert udendørs tagmiljø. Leveres i forskellig størrelse passende til de respektive luftmængder samt med miljøvenlig taginddækning i tagets hældning.

Test og dokumentation er udført i tæt samarbejde med Teknologisk Institut. Øland taghætter har markedets bedste konstruktion og dokumentation og er blevet et brand med stor succes på det danske ventilationsmarked.

Et af fremtidens taghætter vil være i en konstruktion som en firkantet skorsten. Denne form for taghætter skal være både en med luftafkast og en med luftindtag. Hætterne skal være både kondens- og lydisoleret. Udvendig skal de være beklædt med en murstensskal i farve og format som mursten. I bunden skal der være tilslutningsmulig for ventilationskanal. Der skal også ses på muligheden for at indbygge solfanger. Taghætterne vil blive udviklet, produceret og dokumenteret i tæt samarbejde mellem Teknologisk Institut og Øland.

Afkast- og indtagsriste til gavlmontage i miljørigtig design vil også blive et emne, som Teknologisk Institut og Øland vil udarbejde ideer omkring.

Udeluftventiler

Udeluftventiler skal kun bruges i forbindelse med udsugningsanlæg.

Indtil postsprækker i døre til de enkelte lejligheder blev demonteret var der mulighed for erstatningsluft for den udsugede luft.

Udeluftventiler i vindueskarme er ikke tilstrækkeligt som ventiler til erstatningsluft og er ofte lukkede.

Udeluftventiler i ydermure skal være kondens- og lydisoleret og med minimum F-3 filter. Der skal være indstilleligt spjæld indvendigt. Ligeledes skal ventilen konstrueres således at udvendig støj ikke forplanter sig til rummet. Antal af udeluftventiler afhænger af ventilationsgraden og bestemmes ud fra ventilationsmæssig beregning. Erfaringer viser af udeluftventiler ofte bliver tillukket af brugerne på grund af træk og kuldene-fald. Der er ofte vanskeligt at montere udeluftventiler korrekt ud fra boligens indretning. Arkitektonisk er udeluftventiler ikke velset på facader i den ældre boligmasse.

Fremtidens ventilationsanlæg vil være med balanceret ventilation, og derfor vil udeluftventiler ikke blive brugt. Evt. kan ventiler i vindueskarme komme på tale til erstatning af udeluft ved forceret udsugning.

Automatik

Automatik til centralanlæg

Aggregat monteret på loft til ventilation af flere lejligheder.

Automatikken hertil skal indeholde en del funktioner, hvoraf de vigtigste er:

Automatikken styres via et betjeningspanel med display, som udelukkende kan betjenes af ejendomsfunktionæren.

Regulerings-, indikations- og overvågningsfunktioner (brand, røg og filter).

Behovsstyret ventilation via konstanttrykregulering, fugt- og CO2 styring.

Indblæsningstemperatur - regulering evt. med kompensering for udelufttemperatur.

Frostbeskyttelsesfunktion af veksler for luft og vandeftervarmeplade.

Automatikken skal kunne kommunikere via internet, SMS og være WEB baseret.

Automatik til decentralanlæg

Aggregat monteret under loft i entré til ventilation af en lejlighed

Automatikken hertil skal indeholde en del funktioner, hvoraf de vigtigste er:

Automatikken styres via et betjeningspanel med display, som den enkelte lejer kan betjene.

Regulerings-, indikations- og overvågningsfunktioner (brand, røg og filter).

Behovsstyret ventilation via konstanttrykregulering, fugt- og CO2 styring.

Frostbeskyttelsesfunktion af veksler for luft og vandeftervarmeplade hvis dette er monteret

Automatikken skal have mulighed for at kunne kommunikere (ikke standard) via internet, SMS og være WEB baseret.

Energiforbrug

Centralanlæg - Flerfamilieboliger

Aggregat på loft til ventilation af flere lejligheder

Bygningsreglement 2010

Maksimalt specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) 2100 J/m³ ved maksimal driftsform og behovsstyret luftmængde.

Minimum temperaturvirkningsgrad ved tør luft 70 %

Decentralanlæg Enfamilieboliger

Aggregat under loft i entre til ventilation af en lejlighed

Bygningsreglement 2010

Maksimalt specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) 2100 J/m³ ved maksimal driftsform og behovsstyret luftmængde.

Minimum temperaturvirkningsgrad ved tør luft 80 %

Bygningsreglement 2012 -13

Med de skærpede målsætninger omkring bygningernes energieffektivitet vil det ikke være urealistisk med en reduktion på ca.:

Max SEL reduceres med 10 – 15 %

Min temperaturvirkningsgrad øges med 5 -10 %

Ventilationskrav i henhold til BR10

Luftskifte: Min. 0,3 l/s (1,08 m³/h) pr m² i et hvert beboelsesrum (opvarmet etageareal) såvel som i hele boligen. Nedenfor nævnte værdier er udsugnings luftmængder og tilsvarende skal indblæses.

Køkken: Mulighed for min 20 l/s (72 m³/h)

Bad/wc: Mulighed for min 15 l/s (54 m³/h)

WC: Særskilt wc mulig for min 10 l/s (36 m³/h)

Eksempel: Etageareal på 65m² med 1 køkken, 1 bad/wc skal ventilationen kunne forøges til min. 0,54 l/s (1,94 m³/h) pr. m².
Forslag til udsugning: Projekteret min. vent. i alt 35,1 l/s (126 m³/h) fordelt på køkken 20 l/s (72 m³/h) og bad/wc 15 l/s (54 m³/h).

Etageareal på 120 m² med i 1 køkken, 1 bad/wc skal ventilationen kunne forøges til 0,36 l/s (1,30 m³/h) pr. m².

Forslag til udsugning: Projekteret. min. vent. i alt 36 l/s (129 m³/h) fordelt på køkken 20 l/s (72 m³/h) grund. vent og 21 l/s (76 m³/h) forceret vent. og bad/wc 15 l/s (54 m³/h).

Generelt: Erfaringerne viser at grundventilation med udsugning fra køkken og bad/wc er ok. Men der mangler noget omkring forceret ventilation fra emhætten som der ikke står noget omkring i BR2010. Beboerne klager over at der er for lidt udsugning, hvis der ikke er mulighed for forceret udsugning fra emhætten ved madlavning. Der er levet forsøg med forcering fra emhætten på bestemte tidspunkter på dagen, men det skal være individuel mulighed for forcering af udsugningen via emhætte, når der er individuel brug for det.

Lydkrav i henhold til BR10

Lyd fra ventilationsanlæg er ofte et stort problem og til stor gene for beboerne, fordi der er lyd i forskellige frekvensstørrelser samtidig med at beboerne opfatter lyd forskelligt.

Køkken: Max lydniveau 30 dB(A) i køkken og til opholdsrum.
Ikke specifikt lydkrav ved forcering af luftmængde via emhætte.

Bad/wc: Max lydniveau 30 dB(A) til tilstødende rum

WC: Særskilt wc max lydniveau 30 dB(A) til tilstødende rum

Installationer:

Tekniske installationer max lydniveau 30 dB(A) i opholdsrum. Til omgivelse max 40 dB(A) umiddelbart uden for bygningens vinduer.

Generelt: Max lydniveau i køkken og opholdsrum gælder for umøbleret rum. Ofte klager beboerne fra de øverste lejligheder over støj fra ventilationsaggregater på loft og lyd fra afkasttaghætter - også selv om vinduerne ikke er åbne.

Røg- og brandsikring

Brandnorm DS 428 3. udgave

Pr. 16-06-2009 med en overgangsordning på 6 mdr. trådte en ny Brandnorm DS-428 3. udgave i kraft. Denne norm erstatter DS 428: 1986 og er en kraftig skærpelse på flere områder og anvisning på brandceller. Den nye norm anvender klasser, som er angivet i det nye europæiske klassifikationssystem. Produkter som indgår i normen er: brandspjæld, røgspjæld, røgdetektor, røg- og brandventilatorer samt automatik til automatisk brandalarmanlæg.

Disse produkter har Øland i sine brand- og røgløsninger til ventilationsanlæg, som opfylder brandnorm DS428-3.

Det vil være for omfattende at beskrive løsninger og produkter i dette skrift.

Projektering

Bygninger, herunder ventilationsanlæg skal projekteres og opføres, så der under normal brug af bygningerne kan opretholdes et sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima.

De rådgivende Ingeniører skal projekterer ventilationsanlæg ud fra gældende lovkraft. Der skal beskrives hvilke ventilationsformer, kapaciteter, temperatur virkningsgrader, SEL - værdier m.m. anlægget skal have.

Hvis der ikke er rådgivende Ingeniører indover projektet skal ventilationsentreprenøren sørge for korrekt projektering.

Generelt må der ikke beskrives et bestemt firma typebetegnelse på ventilationskomponenter. Derimod skal der beskrives, hvad de enkelte ventilationskomponenter skal kunne opfylde.

De projekterende, der projekter ventilationsanlæg, skal også kunne dokumentere, at de anvendte produkter opfylde de i projekter beskrevet kravspecifikationer.

Der er også vigtigt, at de projekterende ikke fraskriver sig ansvaret af de anvendte ventilationskomponenter eller ventilationsanlæggets opbygning, montage og indregulering.

Montage

Det er vigtigt at ventilationsanlægget monteres i henhold til gældende lovkraft og normer, samt ud fra projektbeskrivelsen.

Anlægget skal monteres af et kompetent ventilationsentreprenør firma, som har indsigt i montage af ventilationsanlæg. Ligeledes skal firmaet have kendskab til de i projektet anvendte komponenter.

Isolering af kanaler (termisk- og brandmæssigt) skal udføres af isoleringsentreprenør med kendskab til teknisk isolering af ventilationskanaler.

Autoriseret VVS firma skal tilslutte anlægget med hensyn til varmepladetilslutning og kondensafløb. Ligeledes skal der sikres mod frost ved vandvarmeplade tilslutning og kondensafløb.

Autoriseret EL firma skal tilslutte ventilationsanlægget el funktion korrekt ud fra gældende normer og lovkraft samt sikre at automatikken er tilsluttet korrekt. Ligeledes skal El-firmaet sikre at de funktioner der er i automatikken, samt de i projektet beskrevne funktioner er funktionsdygtige.

Indregulering

Ventilationsanlægget skal indreguleres i henhold til DS 447 samt de i projektet forskrevne data og ønsket driftsmønster.

Anlægget skal indreguleres af et kompetent firma, og der skal være en fyldestgørende indreguleringsrapport.

Der er vigtigt at anlægget indreguleres med hensyn til luftmængder (m³/h), tryk (Pa) SEL- værdier (J/m³), lydkrav (dB(A)) internt og til omgivelser, samt driftstidspunkter (ugedage og tidspunkter).

Ligeledes skal der også være en beskrivelse af, hvilke produkter, der er anvendt i det pågældende projekt.

Bruger-, drifts- og vedligeholdelsesvejledninger

Før et ventilationsanlæg afleveres til bygherren, skal der udarbejdes fyldestgørende bruger-, drifts- og vedligeholdelsesvejledninger. Der skal angives hvilke produkter, der er anvendt med angivelse af type samt fabrikat/leverandør. Vejledninger skal være i let forståelige.

Ikke mindst skal brugervejledningen være skrevet i sprog der er let forståeligt. Driftsvejledningen skal indeholde luftmængder/tryk og driftstidspunkter samt beskrivelse af ventilationsanlæggets funktion.

Vedligeholdelsesvejledningen skal indeholde beskrivelse af servicering af ventilationsanlægget. Herunder filterskift terminer og servicering af ventilatorhjul og ventilatorhus. Desuden skal der angives rensning af kanaler.

Ventilationsanlægget skal gennemgås af en repræsentant fra ventilationsentreprenøren overfor en repræsentant fra bygherren og herved få udleveret vejledningerne.

Ligeledes skal en repræsentant fra ventilationsentreprenøren overfor en repræsentant fra brugerne gennemgå ventilationsanlæggets funktioner og driftsindstillinger samt brugernes muligheder til driftsformen. Der skal udleveres brugervejledning.

Serviceering

Når et ventilationsanlæg afleveres fra ventilationsentreprenøren til bygherren bør der udarbejdes en servicekontrakt.

Desværre er der ikke nogen lovkrav om serviceering at ventilationsanlæg i Danmark, som der er tilfældet i Sverige.

Servicekontrakten skal indeholde service og vedligeholdelse af ventilationsanlægget, således at de projekterede luftmængder overholdes og serviceering skal udføres af faglig ekspertise

Ventilationsaggregatet skal have efterset filtre og evt. udskiftning af disse minimum 2 gange pr. år. Ventilatorhjul skal også serviceres og evt. renses for smuds.

Kanaler, indtags- og afkasttaghætter skal serviceres og evt. rengøres hvert anden år.

Emhætter skal have rensede filtre ca. hver anden måned eller efter behov. Hvis beboerne ikke service dette ordentlig skal det udføres af ventilationsentreprenøren.

Udsugnings- og indblæsnings ventiler skal også rengøres med sæbevand.

Desuden skal automatikken efterses, om de indstillede driftsværdier er korrekte ud fra ventilationsanlægges projekterede værdier eller om der skal ændres ud fra bruger ønsker.

Vent systemer

Eksisterende naturligt ventilationsanlæg

De mange ventilationsanlæg med naturlig ventilation virker ikke korrekt. Efter hånden, som der efterisoleres, bliver boligerne mere og mere tætte, og der er ikke nok at lufte ude et par gange om dagen, som der skrives meget om. Hvis folk er på arbejde, er dette også umuligt. Ved madlavning og bad skal der ventileres mere end naturlig ventilation kan klare. Der beskrives i BR 2010, at man i enfamilieboliger (parcelhuse), kan anvende naturlig ventilation, hvis dets virkning kan dokumenteres og beregnes. Dette er meget svært og i praksis ikke dokumentet i bygningsansøgninger.

Eksisterende mekanisk udsugningsanlæg

Der findes i dag mange tusinde udsugningsanlæg i etagebyggeri med tagventilator eller boksventilator. Disse opfyldte ventilations- og energimæssigt kravet da de blev monteret. Men i dag er disse ventilatorer ikke energioptimeret eller også er de ikke serviceret og tilsmudsede. Ventilatorerne bør have nye energimæssige bedre motorer eller helt nye ventilatorer. Samtidig skal der ses på driftsmønstre. Selvfølgelig vil det være bedst med en balanceret ventilationsanlæg med udsugning og indblæsning med varmegenvinding. Dette kræver nye indblæsningskanaler og er både bladskrævende og kostbart. Men der bør lovmæssigt kræves at det store antal af eksisterende udsugningsanlæg energimæssigt optimeres.

Eksisterende mekanisk udsugnings- og indblæsningsanlæg med varmegenvinding

Gennem de sidste par år er der installeret flere ventilationsanlæg med varmegenvinding i etageejendomme. Det er ved ny opbygning af boliger monteret disse typer centralanlæg med aggregat monteret på loft.

Der stilles i dag krav om ved nybygning at der monteres varmegenvinding ved centralt ventilationsanlæg med SEL på max. 2100 J/m³ og min. temperaturvirkningsgrad ved tør luft på 70% og ved decentral anlæg SEL på max. 1000 J/m³ og min. temperaturvirkningsgrad ved tør luft på 80 % . Ligeledes anbefales det ikke at bruge rotorvarmevekslere men krydsmodstrømsvarmevekslere. Centralt ventilationsanlæg kræver en del ekstra udgifter til brandsikring af ventilationssystemet. Decentrale anlæg med et aggregat i hver lejlighed er ikke så udbred endnu.

Fremtidens ventilationsanlæg

Fremtidens ventilationsanlæg til flerfamilieboliger i etageejendomme skal være med mekanisk udsugning og indblæsning via et ventilationsanlæg med modstrømsveksler.

Centralt ventilationsanlæg: SEL værdi 1800 J/m³ og temperaturvirkningsgrad ved tør luft min 75 % ved max luftmængde.

Decentralt ventilationsanlæg: SEL 900 J/m³ og temperaturvirkningsgrad ved tør luft min 80% ved max luftmængde.

Disse krav er en skærpelse af den nuværende lovgivning. Der bør også ses på årvirkningsgraden af ventilationsanlægget.

Indeklima skal styres via et ventilationsanlæg, som styrer ventilationsmængden via CO₂, relativ luftfugtighed og temperatur sensorer.

Udsugning via emhætte skal også have mulighed for forcering fra 20 l/s (72 m³/h) til 40 l/s (144 m³/h) fordi der er for lidt med udelukkende 20 l/s (72 m³/h).

Ligeledes skal der være timer funktion på emhættes, således at udsugningen går tilbage til grundventilation.

Fremtidens ventilationssystem til lejligheder i etageejendomme vil være et decentralt ventilationsanlæg med modstrømsveksler. Et lille aggregat i hver lejlighed monteret under loft i fordelingsrum (entré). Aggregatets strømforbrug vil herved pålignes den enkelte bruger. Brugeren servicerer emhætte filtre og ejendomsfunktionæren servicerer aggregatet.

Evt. kan der også ses på mulighederne for en kombination af mekanisk ventilation med varmegenvinding og evt. naturligt ventilation i sommerperioden, men det skal behovsstyres.

Konklusion

Ventilationsanlæg til boliger i flerfamilie etageejendomme skal der i fremtiden fokuserer meget mere på energioptimeret ventilation efter behovsstyring.

Behovsstyringen skal være efter CO₂, relativ fugtighed og temperatur parametre.

Af økonomiske hensyn bør ventilationsanlægget kun betjene en lejlighed og beboerne skal have mulighed for at betjene ventilationsanlægget udefra egne behov.

Ventilationsaggregatet skal monteres under loft i fordelingsrum (entré) eller i skab.

Der skal være mulighed for forcering af ventilationsmængden fra emhætten med timer funktion tilbage til grundventilation.

Det er også vigtigt at beboerne selv kan regulerer indblæsningsmønstret efter bolig indretning.

De enkelte beboere skal have ejerforhold til ventilationsanlægget. Elforbruget til ventilationsanlægget betaler de enkelte beboer selv.

Der skal fokuseres meget mere på den eksisterende boligmasse, og der vil være mange penge at spare på energiøkonomisk ventilation, og samtidig vil boligerne få et bedre indeklima og sikring af bygningernes beskaffenhed.

Bilag 23. Præsentation af projektet for Københavns Kommune

Fra: Marie Juul Baumann [mailto:B46K@tmf.kk.dk]

Sendt: 5. september 2013 09:09

Til: Christian Grønberg Nicolaisen

Emne: Tak for i går og slides

Hej Christian

Mange tak for i går, det var rigtig givende for os, og vi skal helt klart være opmærksomme på hvor vi fremover kan få glæde af hinandens viden.

Jeg har jeres slides fra i går, men vil lige sikre mig at det er ok jeg deler dem med resten af de tilstedeværende?

Jeg har ikke Vagns mail, så vil du høre og takke ham også?

Tak,

Med venlig hilsen

Marie Juul Baumann

Arkitekt M.A.A.

Byfornyelse

KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen
Center for Bydesign

Njalsgade 13, 5 Vær. 4013
2300 København S

Telefon +45 3366 1269
Fax +45 3366 7020
Email b46k@tmf.kk.dk
Web www.kk.dk
EAN 5798009482044

Venlig hilsen

Christian Grønberg Nicolaisen

Sektionsleder
Energieffektivisering og Ventilation
Energi og Klima
Mobil +45 72 20 25 34
cgl@teknologisk.dk

Teknologisk Institut

Gregersensvej
2630 Taastrup
Telefon +45 72 20 20 00

<http://www.teknologisk.dk>

Fra: Christian Grønborg Nicolaisen
Sendt: 3. september 2013 16:10
Til: 'Marie Juul Baumann'
Emne: SV: Møde vedr. jeres ventilationsprojekt

Hej Maria

Hermed forslag til agenda i morgen:

1. Hvordan etableres energieffektiv ventilation i eksisterende etageboligbyggeri (projekt) (45min)
 - Projektgruppen
 - Hvorfor (BR, Indeklima, skimmel, energiforbrug)
 - Hvordan (udfordringer, Barriere, løsninger mv.)
2. Alternativ – Fugtstyret udsugning
3. Korrekt projektering og udførelse (Videncenter for energibesparelser i bygninger) (15min)
 - Ny energiløsning på ventilation i etageejendomme i samspil med positivlisten
 - Formidling - film, hjemmeside og netværk
4. Spørgsmål og debat (45 min)
5. Jeres verdensbillede (15 min)
 - Nu har i set hvordan vi sammen interessenter fra hele værdikæden har søgt at løse de problemer der mht. implementering af ventilation med varmegenvinding i eksisterende boligbyggeri.
 - Ud fra det i har set, hvor mener i så indsatsen bør ligge ift. jeres verdensbillede.

Ser frem til et konstruktivt møde i morgen

Venlig hilsen
Christian Grønborg Nicolaisen

Sektionsleder
Energieffektivisering og Ventilation
Energi og Klima
Mobil +45 72 20 25 34
cgl@teknologisk.dk

Teknologisk Institut
Gregersensvej
2630 Taastrup
Telefon +45 72 20 20 00

<http://www.teknologisk.dk>

Fra: Christian Grønborg Nicolaisen
Sendt: 3. juli 2013 09:09
Til: 'Marie Juul Baumann'
Emne: SV: Møde vedr. jeres ventilationsprojekt

Hej Marie

Vi kan godt komme ind til jer. Vi er der kl. 10:00 og jeg forbereder en præsentation på en lille times tid. Efterfølgende kan vi diskutere jeres problemstillinger/ svare på spørgsmål.

Venlig hilsen
Christian Grønborg Nicolaisen

Sektionsleder
Energieffektivisering og Ventilation
Energi og Klima
Mobil +45 72 20 25 34
cgl@teknologisk.dk

Teknologisk Institut
Gregersensvej
2630 Taastrup
Telefon +45 72 20 20 00

<http://www.teknologisk.dk>

Fra: Marie Juul Baumann [mailto:B46K@tmf.kk.dk]
Sendt: 2. juli 2013 10:00
Til: Christian Grønborg Nicolaisen
Emne: SV: Møde vedr. jeres ventilationsprojekt

Hej Christian
Fint med 1,5 time.
Er der nogen særlig grund til at det skal holdes hos jer?
Jeg har en lille logistisk udfordring, da rigtig mange herinde fra gerne vil høre hvad I har af nyt.

Med venlig hilsen

Marie Juul Baumann
Arkitekt M.A.A.
Byfornyelse

KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen
Center for Bydesign

Njalsgade 13, 5 Vær. 4013
2300 København S

Telefon +45 3366 1269
Fax +45 3366 7020
Email b46k@tmf.kk.dk
Web www.kk.dk
EAN 5798009482044

Fra: Christian Grønborg Nicolaisen [mailto:cgl@teknologisk.dk]
Sendt: 26. juni 2013 09:37
Til: Marie Juul Baumann
Emne: SV: Møde vedr. jeres ventilationsprojekt

Hej Marie

Vi ser frem til at se jer. Onsdag d. 4/9 kl 10-12 passer os fint. I skal nok afsætte 1½ time og jeg formoder at mødet afholdes hos os:

Teknologisk Institut

Gregersensvej 1
Indgang 2
2630 Taastrup

Venlig hilsen
Christian Grønborg Nicolaisen

Sektionsleder
Energieffektivisering og Ventilation
Energi og Klima
Mobil +45 72 20 25 34
cgl@teknologisk.dk

Teknologisk Institut
Gregersensvej
2630 Taastrup
Telefon +45 72 20 20 00

<http://www.teknologisk.dk>

Fra: Marie Juul Baumann [<mailto:B46K@tmf.kk.dk>]
Sendt: 14. juni 2013 12:13
Til: Christian Grønborg Nicolaisen
Emne: Møde vedr. jeres ventilationsprojekt

Hej Christian

Tak for sidst – det var rigtig givende for os.

Som vi snakkede om vil vi rigtig gerne høre mere om jeres projekt.

Jeg vil høre hvor lang tid du mener, vil være passende? En time eller 1,5?

Jeg har et par hurtige forslag til dato – Fredag d. 16. august kl. 11-12/12:30 eller onsdag d. 4/9 kl 10-12.

Jeg vil rigtig gerne have det i kalenderen hurtigst muligt =)

Med venlig hilsen

Marie Juul Baumann
Arkitekt M.A.A.
Byfornyelse

KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen
Center for Bydesign

Njalsgade 13, 5 Vær. 4013
2300 København S

Telefon +45 3366 1269
Fax +45 3366 7020
Email b46k@tmf.kk.dk
Web www.kk.dk
EAN 5798009482044



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

”ENERGIEFFEKTIV VENTILATION TIL EKSISTERENDE ETAGEBYGGERI” OG ”BEHOVSBASERET BOLIGVENTILATION MED FUGTSTYRING”

J. NR. 64010 – 0075 OG 64011 - 0035

ONSDAG DEN 4. SEPTEMBER 2013

**CHRISTIAN GRØNBORG NICOLAISEN
TEKNOLOGISK INSTITUT, ENERGI OG KLIMA
CENTER FOR ENERGIEFFEKTIVISERING OG VENTILATION**





Agenda

EUDP projektet 64010 - 0075 "Energieffektiv ventilation til etagebyggeri " og
EUDP projektet 64011 – 0035 "Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring"

Den 4. september 2013 kl. 10:00 12:00

1. Hvordan etableres energieffektiv ventilation i eksisterende etageboligbyggeri (projekt) (45min)
 - Projektgruppen
 - Hvorfor (BR, Indeklima, skimmel, energiforbrug)
 - Hvordan (udfordringer, Barriere, løsninger mv.)
2. **Alternativ – Fugtstyret udsugning {64011 – 0035}**
3. Korrekt projektering og udførelse (Videncenter for energibesparelser i bygninger) (15min)
 - Ny energiløsning på ventilation i etageejendomme i samspil med positivlisten
 - Formidling - film, hjemmeside og netværk
4. Spørgsmål og debat (45 min)
5. Jeres verdensbillede (15 min)
 - Nu har i set hvordan vi sammen interessenter fra hele værdikæden har søgt at løse de problemer der mht. implementering af ventilation med varmegenvinding i eksisterende boligbyggeri.
 - Ud fra det i har set, hvor mener i så indsatsen bør ligge ift. jeres verdensbillede.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

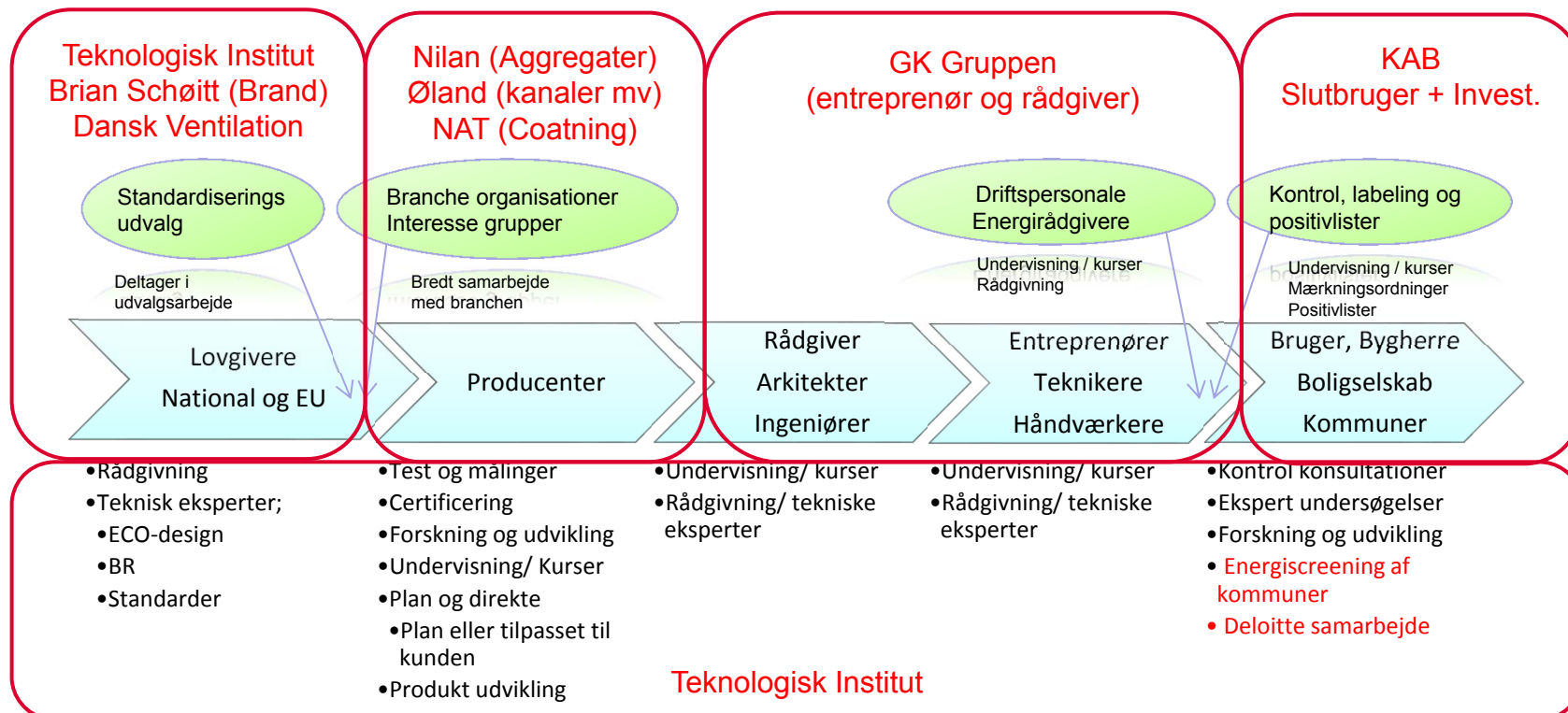
PRÆSENTATION AF PROJEKTET





Projektet skal være jordnært

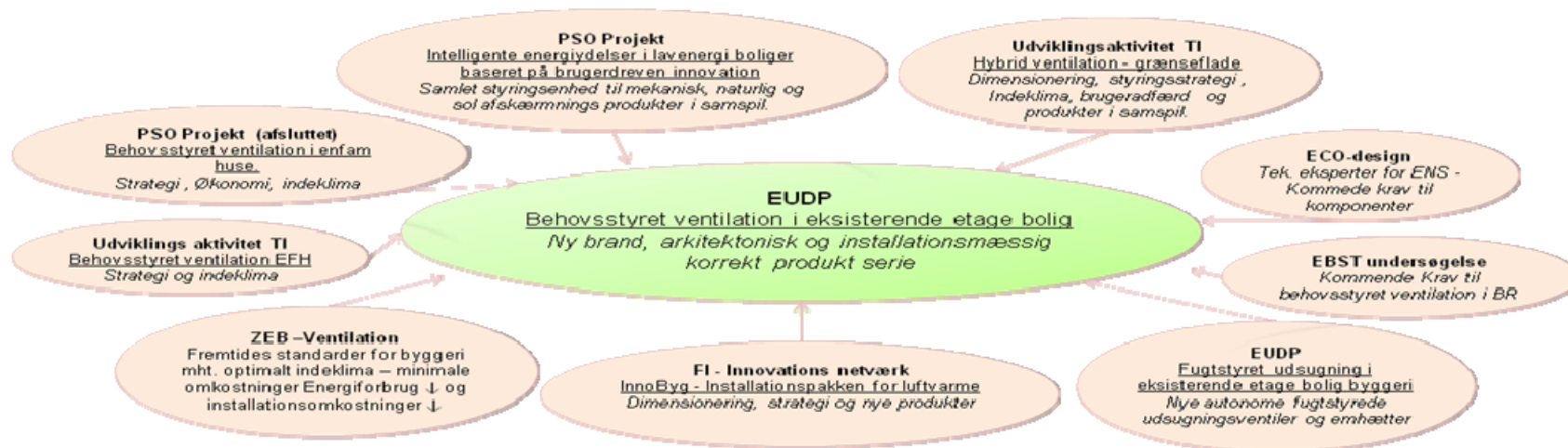
- Produktions, installations og prismæssige korrekte – Produkter og systemer mod markedet – ikke grundforskning
- Projekter altid indeholdende alle aspekter og aktører fra :
 - Lovgiver - Produktionsvirksomhed – Rådgiver - Entreprenør – Bygherre og slutbruger
- Vigtigt at kompetencer spænder fra praktisk til fagligt





Projektet skal inddrage erfaringer - relationer

- Interessenter
 - EBST
 - SBI
 - AAU
 - ENS
- Samarbejdsrelationer
 - Videntcenter for Energibesparelser i bygninger
 - Positivliste for Ventilationsanlæg
 - Dansk Ventilation
 - Danske Ventilations entreprenører
 - Vent-ordningen
- Projektrelationer





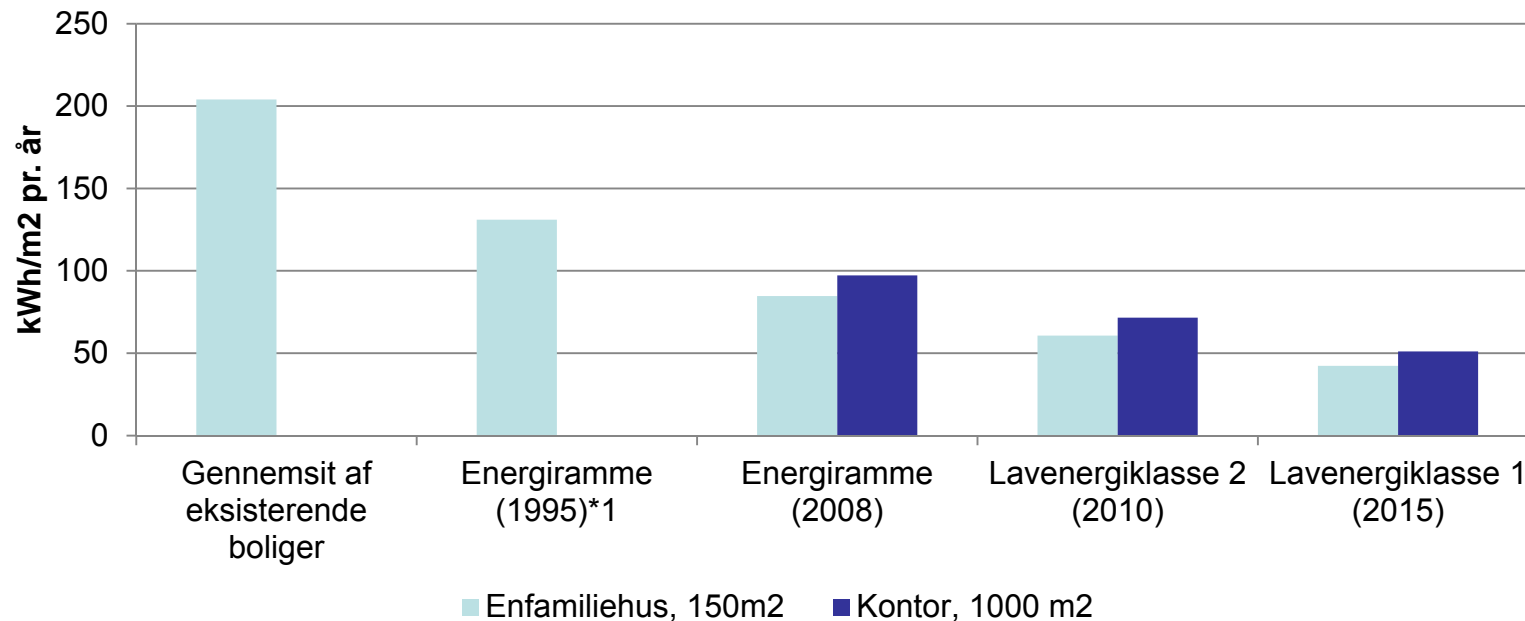
**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

1. HVORFOR ?





Hvorfor - Stramninger generelt (energirammen)



	Energiramme (1995) u. køl, varmtvand, linje tab. evt belysning (kontor)	Energiramme (2008)	Lavenergiklasse 2 (2010)	Lavenergiklasse 1 (2015)
Boliger mm.	44,4+30,6/e	70 + 2200/A	52,5+1650	30+1000/A
Kontorer mm.	30,6+1389/A+30,6/e	95 + 2200/A	71,3+1650	41+1000/A

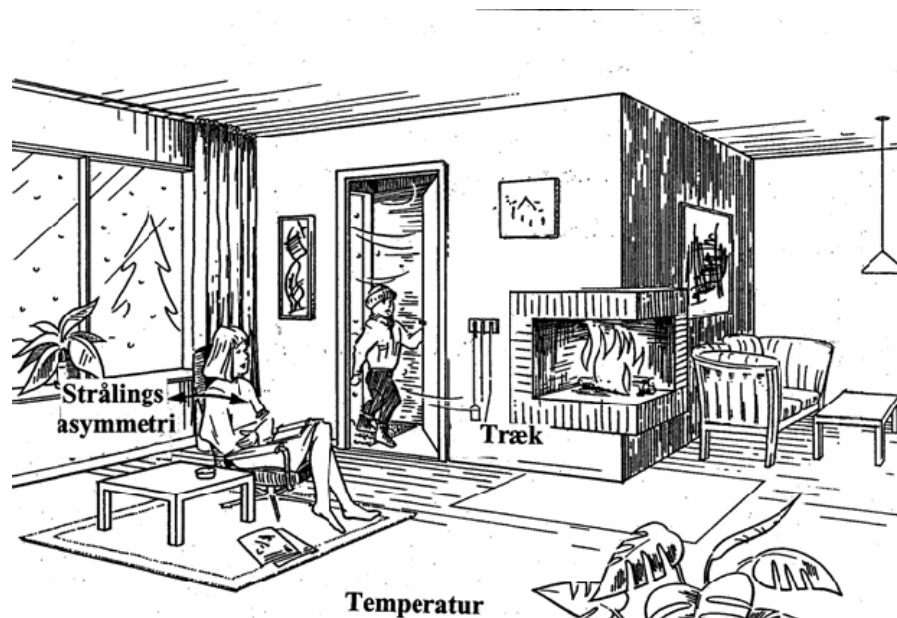
Tabel 1: Energirammer i BR08 for boliger og kontorer i kWh/m² pr. år. e = etageantal. A=bruttoareal

*1: Estimat af bruttforbruget beregnet af ENS/ TI/Søren Østergaard



Hvorfor ventilere – Godt indeklima, lovkrav og økonomi

- Termisk indeklima (det samlede hele af fysiske størrelser i omgivelserne, der har indflydelse på menneskets varmebalance)
- Atmosfærisk indeklima (det samlede hele af fysiske størrelser i den omgivende luft, der indvirker på menneskets luftveje, hud og slimhinder, fx indholdet af støv og gasarter)
- Bygningskonstruktionen (primær den relative luftfugtighed. Bør holdes under 45 % om vinteren, nedre grænse er udetemperaturafhængig).



Termisk	Akustisk og optisk	Atmosfærisk
Hastighed	Lys og lyd	CO ₂
Temperatur		Støv
RH		Organiske opløsningsmidler



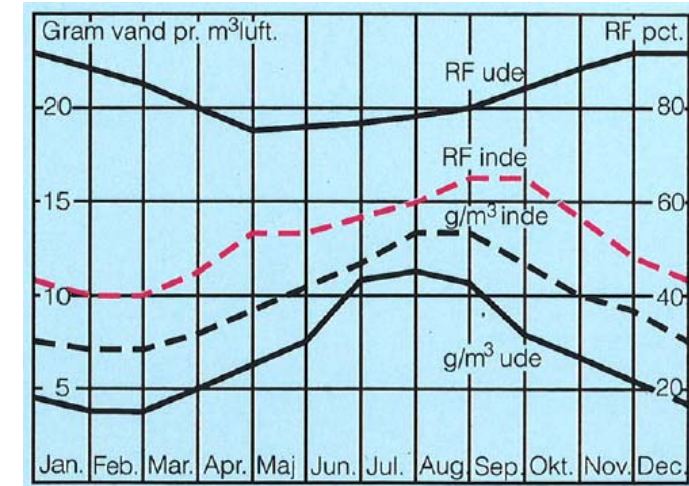
Hvorfor ventilere - Fugtproblematik i boliger

Fugt => svamp => gener

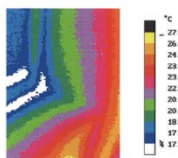
- Irriterede øjne
- Irriterede næse
- Irriterede luftveje
- Hoste / Allergi
- Trykken for brystet

Styrende parametre for fugtproblemer

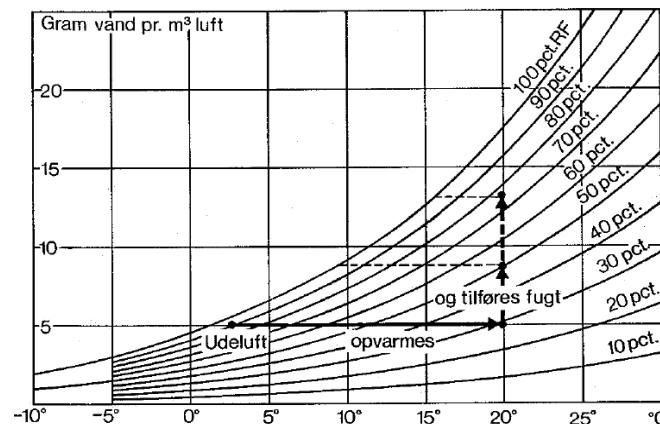
- Varme
- Ventilation
- Fugtproduktion
- Kuldebroer



Figur 4.1. Foto af vindue: Misfarvning af tapet i murfals ved vinduesplade.



Figur 4.2. Termografbillede indeni af vindue i figur 4.1. Kuldebro ved vinduesplade og murfals.

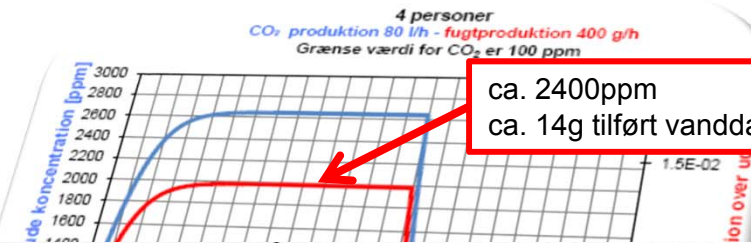
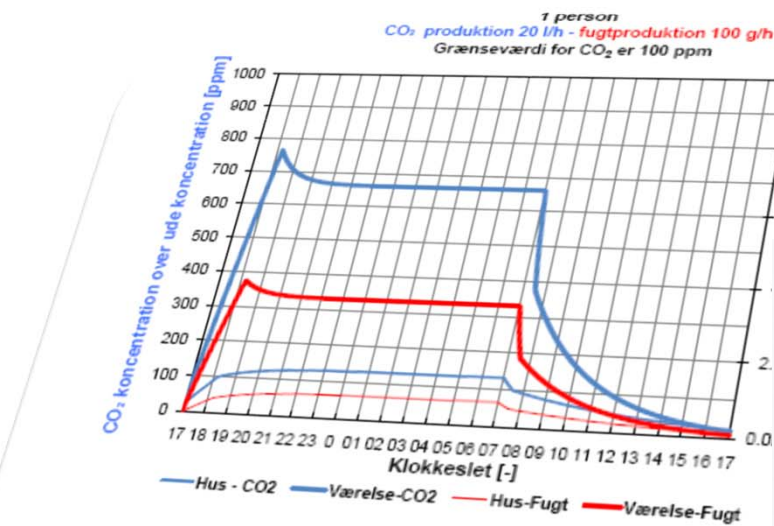


Personbelastning (familie størrelse)	Fugttilførsel (kg vand/døgn)		
	Begrænset fugttilførsel, evt. er boligen ofte tom	Typisk til lidt over typisk fugttilførsel, evt. en familie med børn	Høj fugttilførsel, evt. en familie med teenagers, hyppig badning og tøjtørring indendørs
1 person	3-4	6	9
2 personer	4	8	11
3 personer	4	9	12
4 personer	5	10	14
5 personer	6	11	15
6 personer	7	12	16

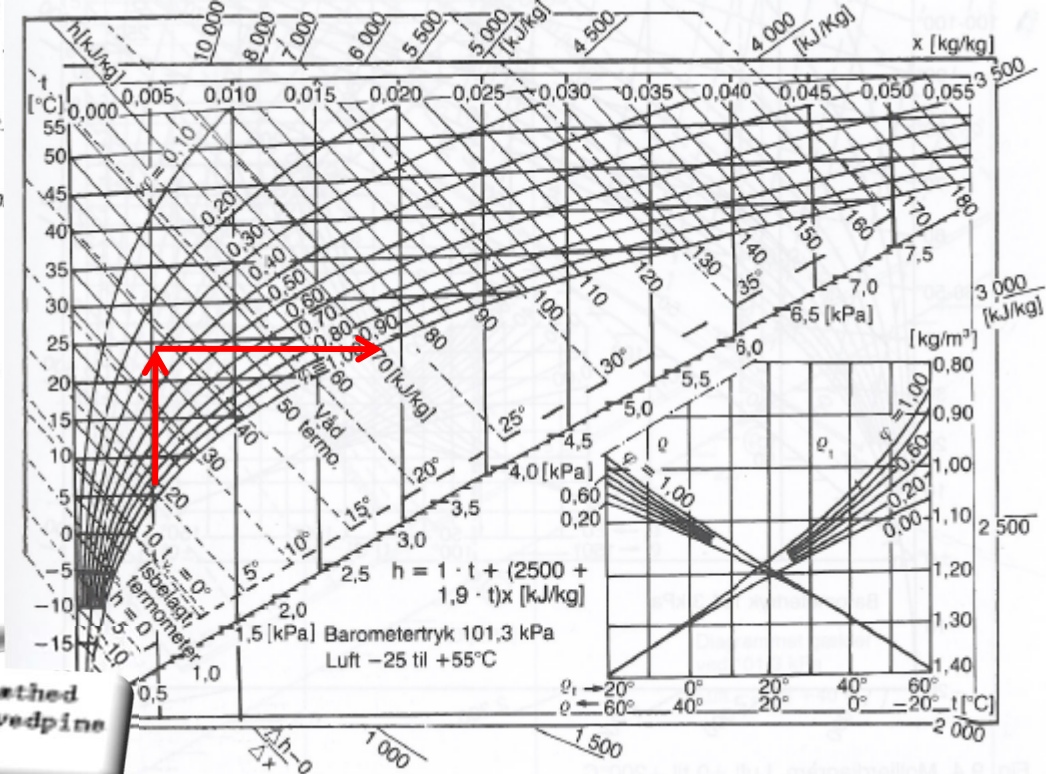
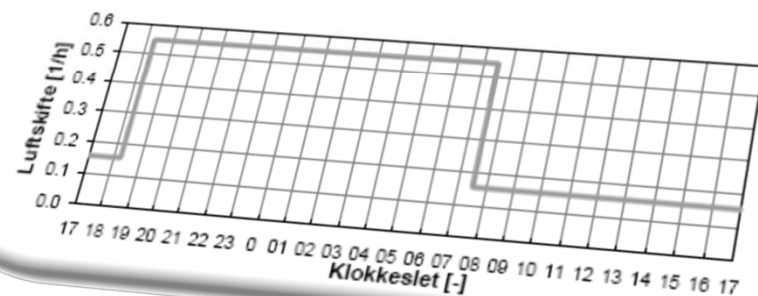
Heraf afgiver hver personer ca. 40 g/h =>
4 personer afgiver 3,84 kg/døgn



Hvorfor ventilere - CO₂-koncentration (eksempel med standardventilation)



ca. 2400ppm
ca. 14g tilført vanddamp



Kuldioxid 1500-5000 ppa Indikator for person-
2,7-9 g/m³ forurening
(0,15-0,5 pct.)
Træthed Hovedpine



Man kan spørge sig selv - Hvorfor også ventilere energirigtigt?

- Fordi det kan betale sig
- Det er mindre CO₂-belastende
- Iht. analyse fra RD koster det omkring 5 % mere at bygge energirigtigt
- Iht. analyse fra RD koster det 10 % mere at bygge 100 % miljøvenligt
- Energiudgifter reduceres op til 65 %
- Energirigtig ventilation giver bedre indeklima og komfort og fjerner risikoen for trækgener. Så hvorfor ikke bruge det?

RD
ANALYSE

16. december 2019

Udgiver
Nestlé Denmark
Forsølsvej 17
2000 Kgs. Lyngby
Rådgivning & Rådgiv

Ansvarlig
Ellenør Tybirk
Ansvarlig
etia@rd.dk

Styrelsesmedlem
saa@rd.dk

Ansvarlig
Ole Jensen
Ellenør Tybirk



Byg energivenligt og reducer dine energiudgifter med 65 %

Har man truffet et valg om at få bygget sit eget hus helt fra bunden, følger der mange beslutninger med, valg af byggestil, husets placering på grunden, hvor mange værelser skal der være, ønsker du et åbent køkken-stue – og mange andre beslutninger. En særdeles vigtig overvejelse er imidlertid også, hvad man kan og vil gøre for at reducere boligens energiforbrug. Men hvad koster det egentligt at bygge energivenligt, og kan man vinde pengene hjem igen i form af besparelser?

Svaret er ja, heldigvis! Hensyn til både økonomi og miljø går i de fleste tilfælde hånd i hånd, når det gælder nybyggeri, da nye boliger generelt er mere energivenlige end ældre huse. Det smitter positivt af på de løbende udgifter til el, vand og varme. Samtidig er der færre udgifter til vedligeholdelse på et nyt hus i forhold til et ældre. Samlet vil det mere end opveje de ekstra omkostninger, der kan være ved bygge et nyt hus i forhold til at købe et eksisterende. Størst gevinst er der, hvis man går hele vejen og opfører et svanemærket energivenligt hus, hvor der er tænkt energibesparelser ind i hele huset.

Vi har i denne analyse sammenlignet de fælge omkostninger ved at købe et hus på 150 kvadratmeter fra 1970'erne med prisen på at bygge et nyt hus på 150 kvadratmeter. Samtidig har vi vurderet om det kan betale sig at investere i at gøre det nybyggede hus helt eller delvist miljøvenligt.

I analysen er vi blandt andet kommet frem til følgende

- det koster i omegnen af 10-12 % ekstra at bygge et 100 % miljøvenligt (svanemærket) hus frem for et almindeligt hus. Omkring man kan nogle få energivenlige tiltag i hjemmet, kan man komme ned på en merudgift på ca. 5 % i forhold til hvad et almindeligt nybyggeri vil koste
- ved at investere i et svanemærket hus kan en familie på fire reducere deres udgifter til el og varme med hele 60 % sammenlignet med udgifterne i et gennemsnitligt hus fra 1970'erne
- investerer man samtidig i et rengøringsanlæg, der kan bruges til toiletstøvt og tøjvask, undgår man ikke kun unødigt spild af drikkevand, men får samtidig de samlede udgifter til el, vand og varme reduceret med 65 %
- det er medregnet, at man slipper for at vedligeholde 70'ers-huset, hvis man bygger nyt. Tager man samtidig højde for de mere omkostninger, der er i forbindelse med at investere i et svanemærket hus, vil der stadig være et plus på bundlinjen, når det samlede regnskab gøres op
- en familie på fire kan spare op til 7.500 kroner om året ved at bygge et svanemærket hus i stedet for at købe et hus fra 1970'erne, hvis de vælger at finansiere boligen med FlexLån® F1
- hvis familien derimod vælger den mere konservative løsning og finansierer boligen med et 5 % fastlåst lån, giver det alligevel en besparelse på op til 2.750 kroner om året. Et svanemærket hus skinker altså både miljø og pengeopsparing sammenlignet med de populære parcelhuse fra 70'erne.

side 1



Hvor meget reduceres energiforbruget ?

- Gennemsnits årsforbrug, etageejendom (lejlighed) 120m² (central ventilation)

Bygningsreglement		2008	2008	2010	2015
Ventilationsform	Naturlig	Udsugning	Balanceret	Balanceret	Balanceret
SFP	0	1000	1200	1000	800
VGV	0	0	65%	70%	80%
Luftskifte grund (2010+2015 70% af tiden)	162	162	162	130	65
Luftskifte forceret - (2010+2015 30% af tiden)	162	162	162	162	162
Styring	Ingen	Ingen	CAV	VAV	VAV
Energiforbrug - el lav drift(kWh)	0	0	0	158	22
Energiforbrug - el høj/konstant drift(kWh)	0	394	473	118	95
Energiforbrug - total (kWh)	0	394	473	276	117
Energiforbrug - varme (kWh)	5850	5850	2047	1509	679
Energiforbrug - total (kWh)	5850	6244	2520	1785	796
Energiforbrug - kr	4504	5214	2428	1659	733
Besparelse kWh (ref=naturlig)	0%	-7%	57%	69%	86%

Reference naturlig ventilation. Beregnet iht. elsparefondens retningslinjer for ventilationsberegneren



Hvorfor NU – Politisk interesse

- 2020 og 2015 – Fokus på den eksisterende etagebolig masse
- Initiativ kataloget
 - Fokus på ventilation med vgv til etageboliger
 - Ønske om at ændre regler mht. renovering / forbederelse og tilskudsmuligheder / mulighed for at gennemtrumfe beslutning
- Håndværker ordningen
- Byfornyelse
- Skimmelsvamp problemer hos boligselskaberne
- Stærk opbakning fra branchen som ser et nyt marked





Barrierer 1 - Kostpris

Mekanisk udsugning kontra balanceret ventilation
Uden at skelne til andre energitiltag

(levetid x besparelse)/investering < 1,33
Levetiden for vent.anlæg er iht. bilag 6: 20år
Dette forudsætter at TBT skal være under 15 år



TBT = 7-11ÅR



TBT_{ny} ≈ 7ÅR

TBT_{ekst} ≈ 16ÅR

BR 2010's intentioner kommer ikke til at
"fange" de eksisterende installationer

Hvis tiltagen skal implementeres skal fokus ikke udelukkende være på
investering men også driften. Ofte kan det bedre betale sig at investere i energi
rigtig ventilation i stedet for klimaskærmen => TBT bliver reduceret markant

Stor potentiale 60m²-2400kr/år - Mål TBT < 15år



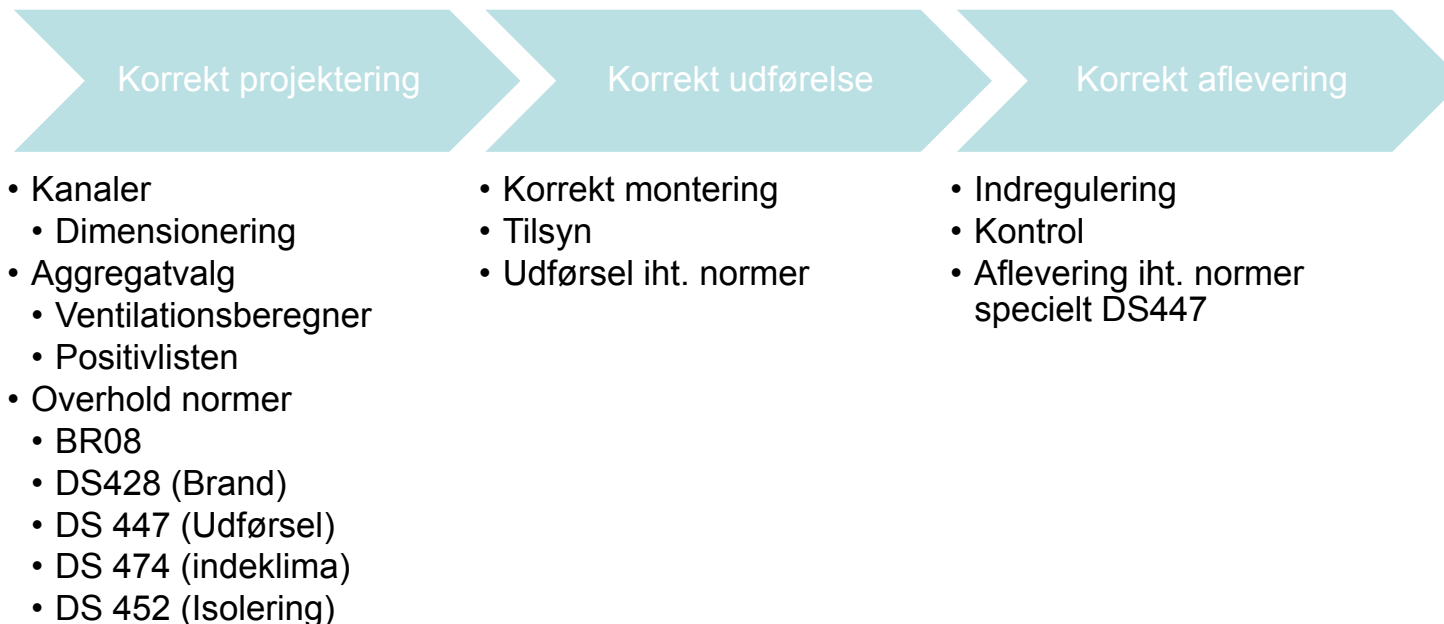
Barrierer 2 – SEX

- Det kan ikke ”vises frem” = Der er ingen sex i ventilation - det er der i et nyt køkken
- Det er grimt – så heller ingen sex her
- Der er manglende ejerskab
- Der er manglende forståelse for vigtigheden
 - Hvad angå bruger
 - Hvad angå ejer
 - Hvad angå vægtningen ift. den samlede energirenovering
- Ventilation er bare noget der er der og det skal ikke koste penge
- Det er først når brugerne har oplevet at have korrekt ventilaton at de efterspørge det og udtalelser som;
 - *Vi vil aldrig mere flytte i en bolig uden ventilation med varmgenvinding...*
 - *Men her er det for sent*
- For forbrugeren skal det på samme højde som isolering og nye vinduer
 - Svenskerne har lært det
 - Er vi dummere end svenskerne eller kan vi også lære det?





Barrierer 3 – Aflevering og udførelse?



De tre ben er afgørende for at "stolen" (energiforbruget) ikke vælter. FEJLES der et sted kan det være katastrofalt

Derfor er det yderst vigtigt at stille krav til at anlægget er:
Projekteret, udført og afleveret iht.:
BR2010, DS 428, DS447, DS 474 og DS 452



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

1. HVORDAN





Studieture - Fokusområde

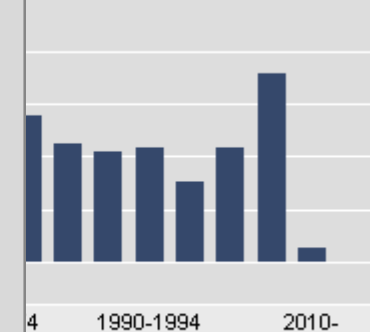
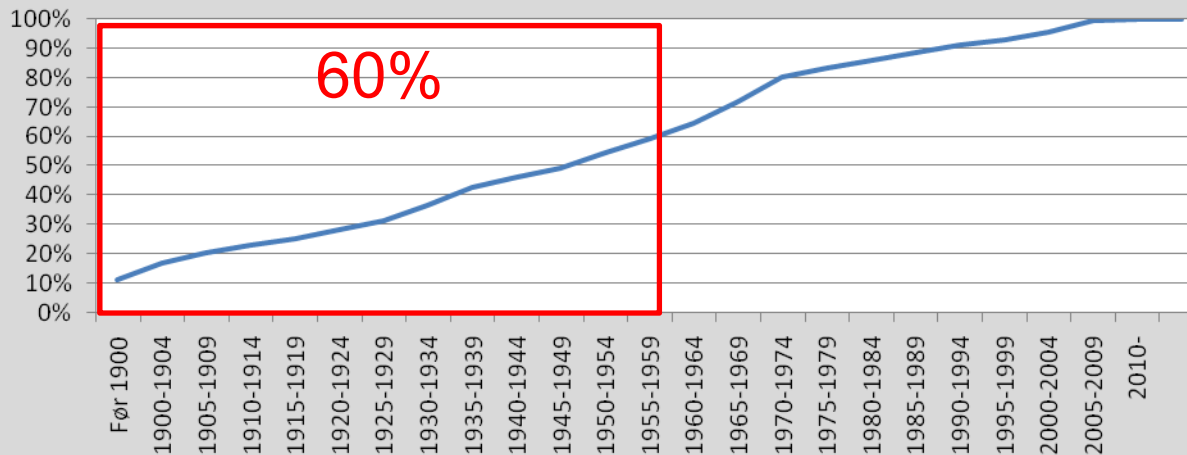
Beskrivelse	1850-1900	1900-1920	1920-1960	1960-
Etagebolig område "opstart"	Nørre, Vester, Øster, Amager	Islandsbrygge	Forstæderne	Forstæderne
Byggeskik	Tegl	Tegl	Tegl	Meget forskellig, Beton/romer dæk, Flade tage

KBH. Byggeskik	1856 Første hovedsag store brænde engelske Grundloven			
Milepæl	1871 revision (50-75) 1889 KBH 1890 Frdb			
Aftræk	Aftræk fra			

Bygningsbestandens areal efter opførelsesår.
2011, Samlet etageareal, Etageboligbebyggelse, Hele landet. (1000 kvadratmeter (m²))



Årstalsfordeling



Aggregat løsning	Decentral loft	Loftshøjde 270+	Loftshøjde 270+	Loftshøjde 240-250	Loftshøjde 230 (1990 igen 250cm)
	Decentral skabs	Afh. om køkken er renoveret	Afh. om køkken er renov.		Mulighed for afkast/ indtag i facaden
	Central				Skorsten => ekstra kanal / beton dæk
Arkitektoniske krav	Afkast	Krav	Krav hvis ikke afkast	Krav hvis ikke afkast	



Studieture - Grundlag

- Fokusområde 1850-1960 (studie 1850-1990)
 - Nørrebro og Vesterbro 1850'erne og frem
 - Østerbro 1880'erne og frem
 - Amagerbro 1890'erne og frem
 - Islands Brygge fra 1905
 - Forstæderne - Byggeriet vokser voldsomt i 1920-1940
- Dimensioneringsgrundlag – 4 til 10 lejligheder pr opgang
 - 2-5 etager + 2 lejligheder pr etage/ opgang (typisk 5 etager i større byer, 2-3 etager i forstæder)
- Mulige løsninger - Centralt og decentralt
 - Økonomisk vurdering + adgangs og lofts forhold + antallet af skorstene / aftræk
 - **Facade og opgangs løsning er ikke rentabelt**
- Barrierer – Ejerskab, forståelse, service, arkitektur, pris
 - 2 indgangsvinkler – Økonomi eller afhjælpning af problem (men beboer er ALTID ind over)
 - Brugerinteraktion og ejerskab er yderst vigtigt for succes (Armaturløsning, træk og støj)
 - Forståeligt konceptmateriale, beregninger og infomøder er nødvendigt for succes herunder;
 - Beboeren skal overbevises - Energiforbrug, indeklimatekst (skimmel) kontra , investering og drift
 - Hårde værdier:
 - Anlægsudgift og finansierings muligheder
 - Driftsomkostninger og vedligeholdelses udgifter og plan, Levetid
 - Bløde værdier
 - Byggeperiode, plads ,omfang og gener (støj, støv, adgang)
 - Drift – Bedre indeklimatekst, lavere varmeomkostninger (støj)
 - Serviceaftale er nødvendig for løbende vedligehold og succes – **Overraskende resultat fra RealDania**
- **Barrierer – Absolut største – fremføring af kanaler + placering af aggregat**



Studieture - Mulige systemløsninger

▪ Centralt (Før 1950 pga. skorstene)

Central løsning – Nem service men varmeregnskab og manglende ejerskab kan være en barriere

- Dimensionerende max luftmængde 1260 m³/h (2 opgange af 5 etager)
- Typisk 1 skorsten pr. stue + soveværelse => Max 5 etager pr skorsten (4 m/s)
- Indblæsning - Eksisterende skorsten (coatet)
- Udsugning – Eksisterende trækkanaler (coatet)
- Indtag og afkast
 - Eksisterende skorstene med indmuret dæk (kræver skorstens afdækning)
 - Ny skorsten
- Årstals afhængig adgangsforhold – min 60*90 loftslem / 80*190cm dør / Igennem tag
- Placering på hanebånde eller direkte på tørloft

▪ Decentralt (Før 1940 pga. loftshøjde)

Decentral løsning – Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning kan enten være en barriere, eller en fordel mht. inspektion af lejlighed og etablering af kontakt til beboer.

- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag/udsug
- Gang er fordelingsnøgle (loft skal sænkes)
- Placering i gang over nedsænket loft (Max højde på aggregat 30-40 cm afhængig af årstal)

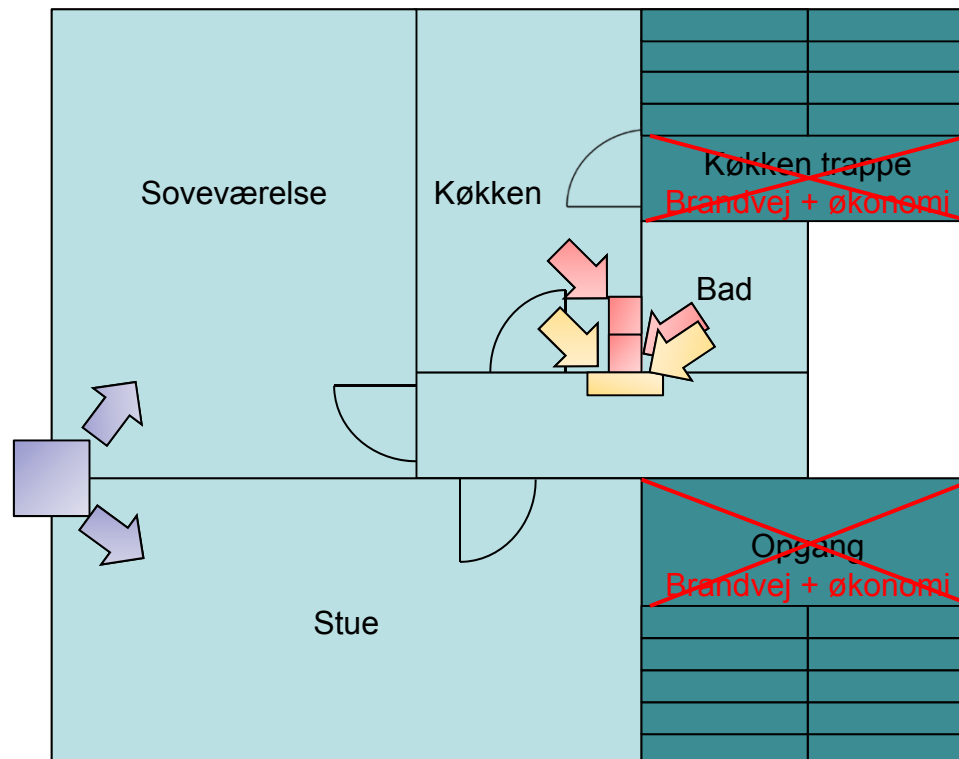
▪ Begge - Fremføring af kanaler via eksisterende + nyt system





Centralt aggregat (før 1950 pga. skorstene) - Udfordringer

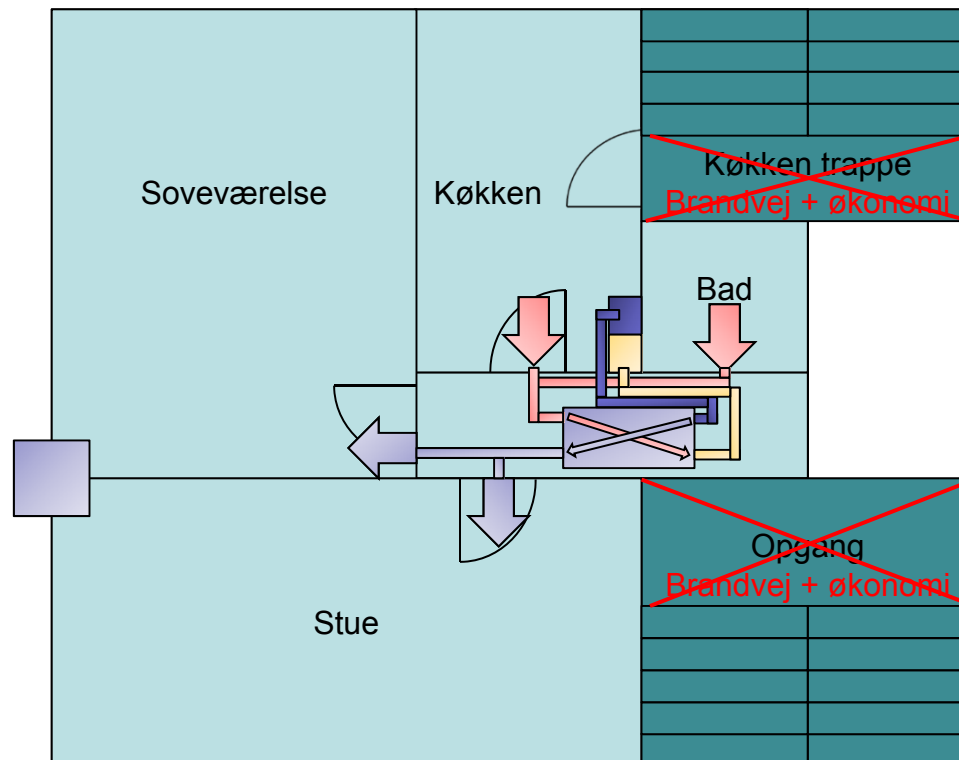
- Nem service men varmeregnskab og manglende ejerskab kan være en barriere
 - Task 1.1+2 Indtag og afkast – stads arkitekt - Arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
 - Task 1.3 Distribution af friskluft - Ingen aftræk - Nyt kanalsystem (max dybde og placering)- brandvej
Aftræk - Eksisterende coatet (sod og tæthed/ brandkrav)
 - Task 1.4 Lydgener - Indblæsningsarmatur med lyddæmpning
 - Task 1.5 Brandteknisk sikring af løsninger - Coatning / nem brandsikring af ny løsninger
 - Task 1.6 Minialt energiforbrug - Strategi for CV behovsstyring + Lav SFP for aggregat
 - Task 1.7 Aggregat - Adgangsforhold loft – Maks ydre dimensioner på aggregat/ modul
 - Task 2.0 Ejerskab og indflydelse – Retningsbestemt armatur Tilpasning i arkitektur – Indblæsningsarmatur + afkast





Decentralt aggregat (før 1940 pga. aftræk) - Udfordringer

- Fair varmeregnskab og godt ejerskab – service kan være en barriere
 - Task 1.1+2 Indtag og afkast – stads arkitekt - Arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
 - Task 1.3 Distribution af friskluft - Aftræk - Eksisterende coatet (sod og tæthed/ brandkrav)
 - Task 1.4 Lydgener – Nyt aggregat med meget lavt lydniveau
 - Task 1.5 Brandteknisk sikring af løsninger - Coatning
 - Task 1.6 Minialt energiforbrug - Strategi for CV behovsstyring + Nyt aggregat med højt trykudløb
 - Task 1.8 Aggregat - placering - Under loft i gang => max 30cm pga. loftshøjde før 1950 - 270cm
 - Task 2.0 Ejerskab og indflydelse – Aggregat og retningsbestemt armatur
 - Task 2.0 Tilpasning i arkitektur – Indblæsningsarmatur, afkast og nye kanaler





1. Udviklede komponenter

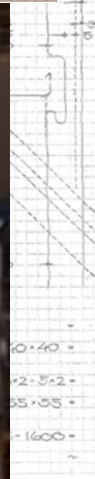




Task 1.1+1.2 Arkitektonisk korrekt afkast

■ Dimensionerings grundlag

- Dimensionerende max luftmængde 1260 m³/h (2 opgange af 5 etager)
- 1800 /1600 cm² friareal i alle lysninger (1,9 / 2,2m/s)
- Max yder dimensioner = murmål (72*72cm)
- Skal kunne afskærme slagregn
- Skal være skalmuret
- Min 50 mm kondensisolering
- Barriere; Udflætning på loft
- Status;
 - Design færdig (strømningsteknisk testet og udviklet)
 - Produktionstekniske justeringer vedr. skal mur





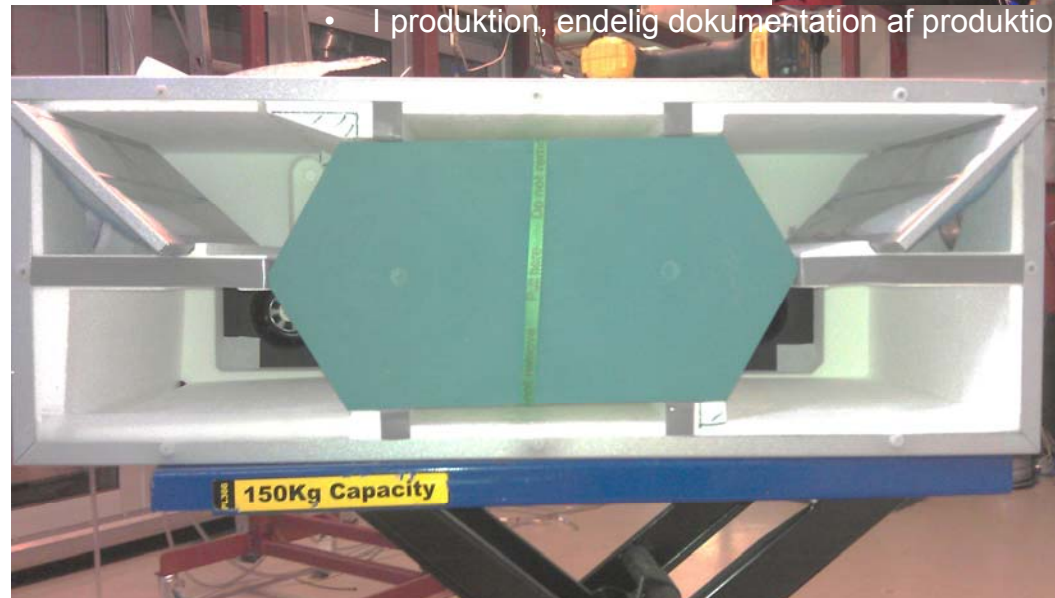
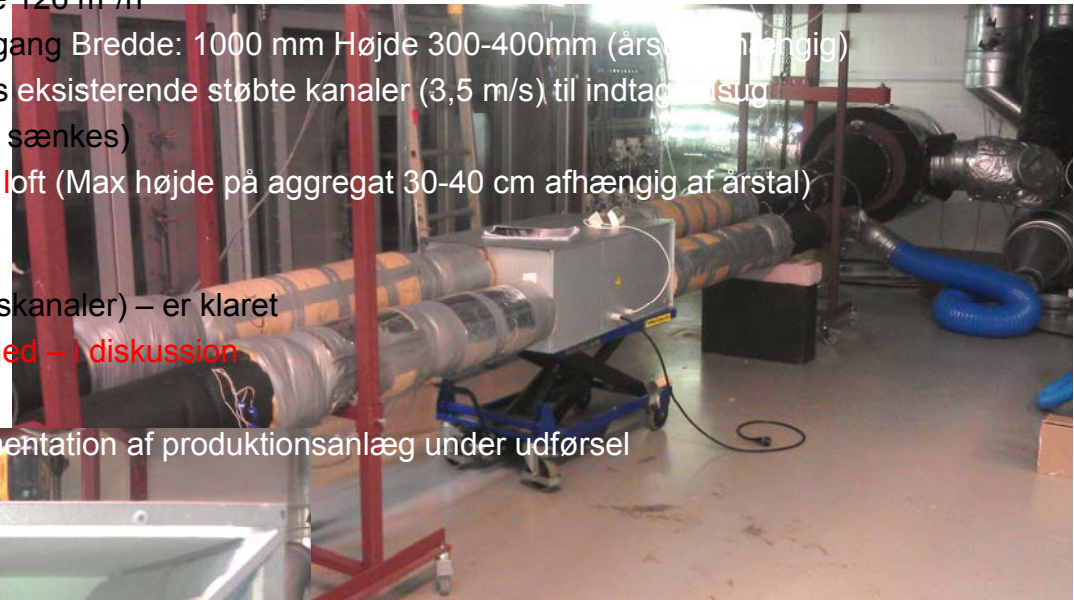
Task 1.8 De-Centralt aggregat - Systemoptimeret

■ Dimensionerings grundlag

Decentral løsning – Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning øger driftsomkostninger og besvær

- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Max dimensioner inkl. service adgang Bredde: 1000 mm Højde 300-400mm (årsvarmeføring)
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag (sug)
- Gang er fordelingsnøgle (loft skal sænkes)
- Placering i gang over nedsænket loft (Max højde på aggregat 30-40 cm afhængig af årstal)
- Barriere;
 - Brandsikring på loft (aftrækskanaler) – er klaret
 - Brug af plastkanaler i lejlighed – i diskussion
- Status

- I produktion, endelig dokumentation af produktionsanlæg under udførsel



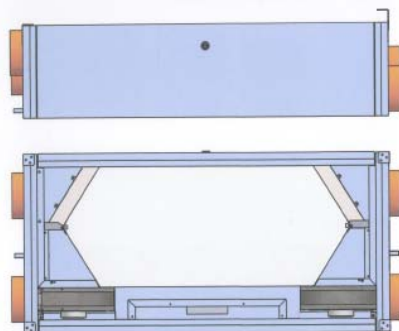


Task 1.8 De-Centralt aggregat – Bred dækkende

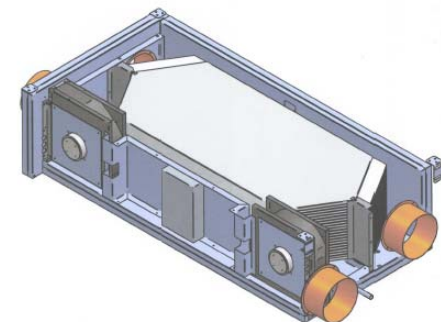
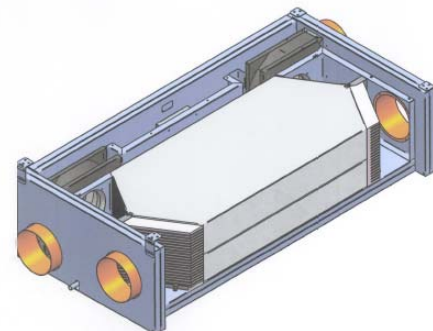
■ Dimensionerings grundlag

Decentral løsning – Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning øger driftsomkostninger og besvær

- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Max dimensioner inkl. service adgang Bredde: 1000 mm Højde 300-400mm (årstal afhængig)
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag/udsug
- Gang er fordelingsnøgle (loft skal sænkes)
- Placering i gang over nedsænket loft (Max højde på aggregat 30-40 cm afhængig af årstal)
- Barriere;
 - Brandsikring på loft (aftrækskanaler) – er klaret
 - Brug af plastkanaler i lejlighed – i diskussion
- Status
 - I produktion, og endelig dokumentation af produktionsanlæg er udført
 - DVC styringsgrundlag - afventer



FH
c
A

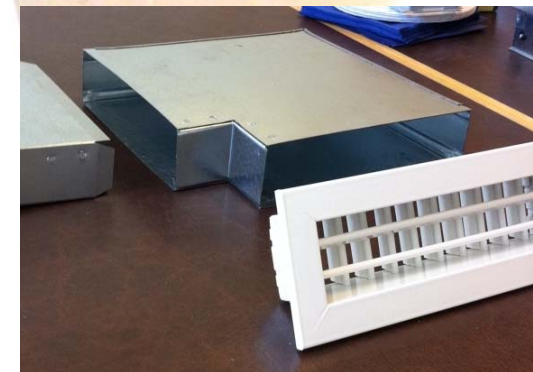
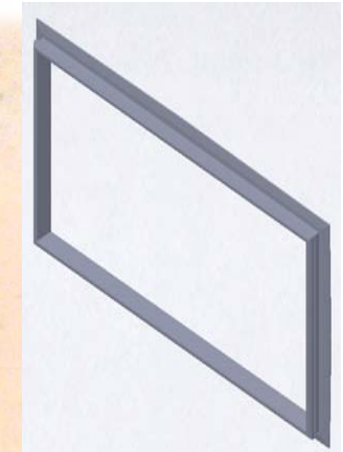




Task 1.3 Kanalsystem + Coating

▪ Kanalsystem - Dimensionerings grundlag

- 126 m³/h pr lejlighed
- Indvendig samlinger (arkitektonisk og brandmæssigt)
- Maksimal dybde 100mm + bredde 800mm
- Muligheder for både hoved og delkanal
- Placering – i gang langs langsgående vægge (pga. bjælkelag)
- Barriere;
 - Samling og tætning
 - Brandsikring i og montage etageadskillelse (ler indskud)
 - Klemkasse
 - Brandisolering med brandgips (min indbygnings areal)
- Status
 - Dimensionerings grundlag – færdigt
 - Samling og tætning – færdigt
 - Montage – udført i mindre etagebolig
 - Brandsikring – løbende overvejelser
 - Produktions teknisk – under opstart



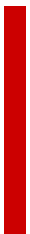
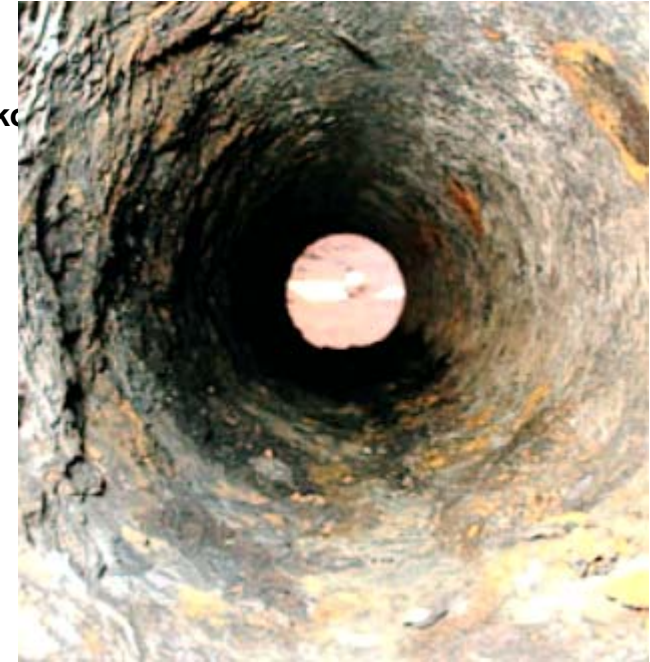


Task 1.3 Kanalsystem + Coating

- Coating - Dimensionerings grundlag
 - Anvendelse af eksisterende støbte aftrækskanaler og skov
 - Skal kunne tætte større huller

 - Barriere;
 - Brandsikring generelt
 - Brandsikring af bagstop
 - Kemi

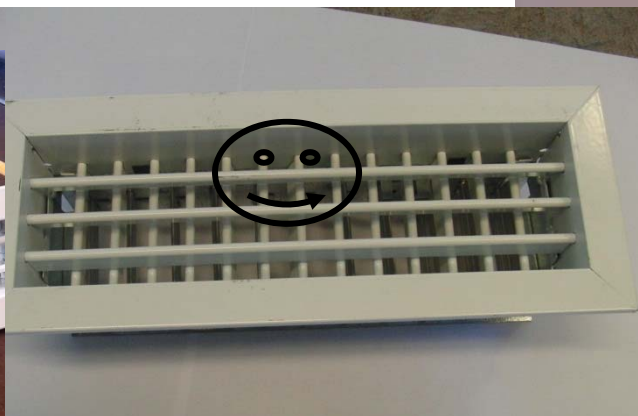
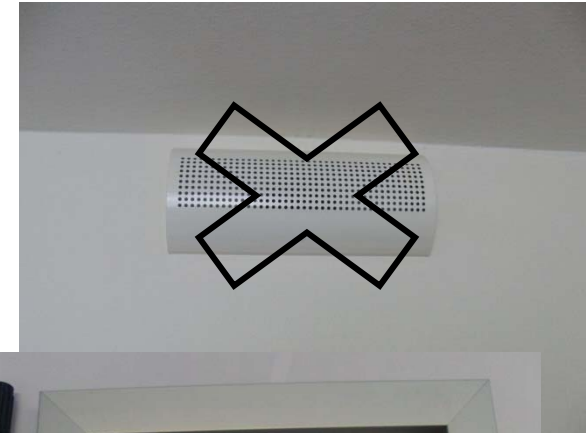
 - Status
 - Dimensionerings grundlag – færdigt
 - Brandmæssig vurdering generelt - færdig
 - Kemisk sammensætning vurdering – færdig
 - Udvikling af coating robot – færdig
 - Udvikling af bagstop og inspektionsrobot - færdig
 - Brandmæssig test af bagstop – igangsat





Task 1.3 Armatur

- Coating - Dimensionerings grundlag
 - Arkitektonisk korrekt
 - Retnings bestemt
 - Undgå kuldnefald (god impuls)
 - Lang kaste længde
 - Indbygning svarende til 1stens mål (11*22)
- Barriere;
 - Pris
 - Montage
 - Arkitektur
- Status
 - **Alt Færdigt**





Task 1.4 Projektering, udførelse og service

- **Projektering**
 - Projekteringsværktøj ift.
 - Pris
 - Bygnings årstal,
 - Mulige fremføringsmuligheder
 - Beboer sammensætning (service, investering mv.)
 - Tilvalg – arkitektonisk afkast, styring mv.

- **Aftalegrundlag**
 - Energiløsning (iht. gældende standarder)
 - Positivlisten for ventilationsanlæg
 - http://eevent.teknologisk.dk/default.aspx?page=1&ploneUrl=http://www.goenergi.dk/partner/partnere/varme-indeklima-og-pumper/ventilationsfirmaer/ventilationsberegner/index_html/action
 - Brancheforeningen for ventilationsmontører og Dansk Ventilation

- **Bygherre tilsyn (anbefales)**

- **Service**
 - Ny serviceordning under Vent-Ordningen
 - Udbud af 1 dags kursus til ejendomsfunktionsnære



1. Montage





Task 2.1 Prøvemontage

■ Aggregat

- Prøvemontage i energirenoveret enfamilie bolig i Albertslund
- Formål - Eliminere montage og design problemer
- Status - Færdig

■ Kanaler

- Prøvemontage i 2 familie ejendom i Vanløse hvor der etableres decentral ventilation
- Formål - Eliminere montage og design problemer
- Status – Færdig





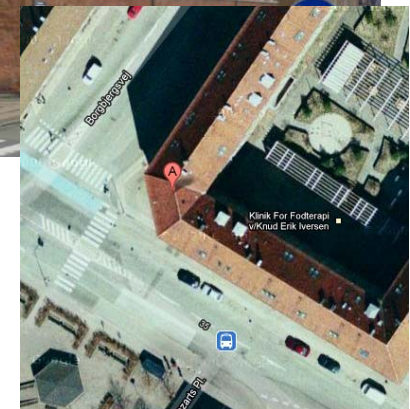
Task 2.2 Etablering i eksisterende ejendom (e)



Afd. 1701 Bøgebakken, 3600 Frederikssund
er opført år 1944-45.



Frederiksholm (Karré 8)
Borgbjergsvej 41- 55 (Karré 8), 2450 København





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Alternativ





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Alternativ – Fugtstyret udsugning

- EUDP: Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring



Demonstrationsbygning i Harlev (Jylland) med stue og 1. sal (i alt 8 lejligheder)



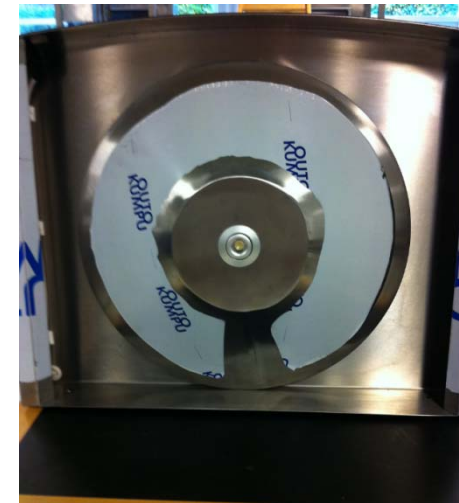
Rikard Zetterlund
Industrial Designer





Alternativ – Fugtstyret udsugning

- **Ny optimeret emhætte til højre med fugtstyret ventil. Kan forceres til 20 liter/s**





Alternativ – Fugtstyret udsugning

- Ny fugtstyret ventil $\varnothing 125\text{mm}$ til emhætte og $\varnothing 100\text{mm}$ til baderum inkl. temperatursensor til forceret sommerventilering

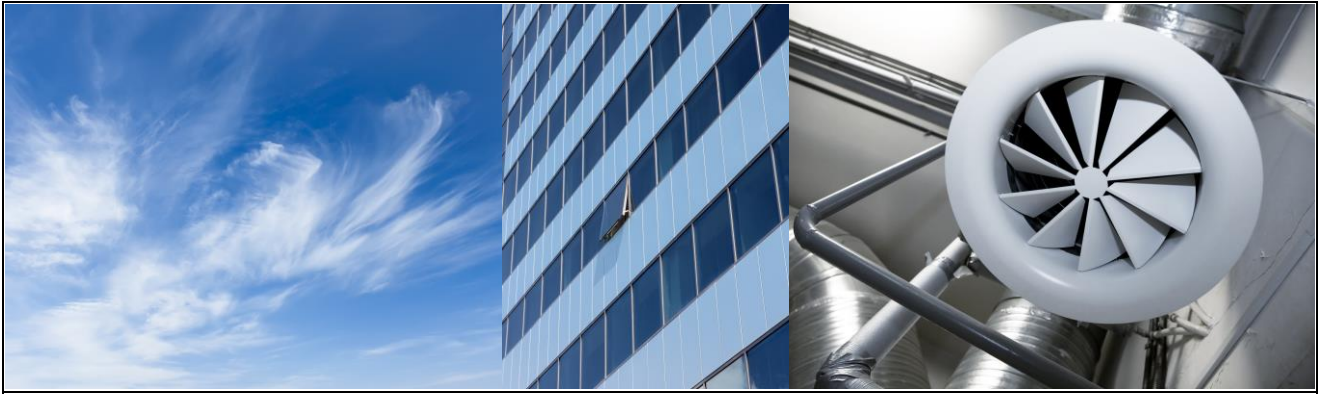




Alternativ – Fugtstyret udsugning

- Bygning:
 - Relativ nem prøvemontage
- Beboere:
 - Generel tilfredshed med fugtstyringssystemet (emhætte + bad). Glade for de nye emhætter.
- Luftmængde, februar 2013 (frostperiode):
 - Total fra ca. 300 liter/s ned til ca. 100 liter/s
- Luftmængde, juli 2013:
 - Total fra ca. 300 liter/s ned til ca. 250 liter/s





Renovering og ventilation – hvad kan lade sig gøre?

Energiforum Danmark i Region Midtjylland inviterer medlemmer og andre interesserede til temaeftersmiddage om renovering og ventilation

Tid: Torsdag d. 7. november kl. 13.00-16.00

Sted: Regionshospitalet Holstebro, Lægaardsvej 12 (auditoriet indgang I), 7500 Holstebro

Tid: Torsdag d. 14. november kl. 13.00-16.00

Sted: Restaurant Skovbakken, Østervangsvej 1, 8900 Randers

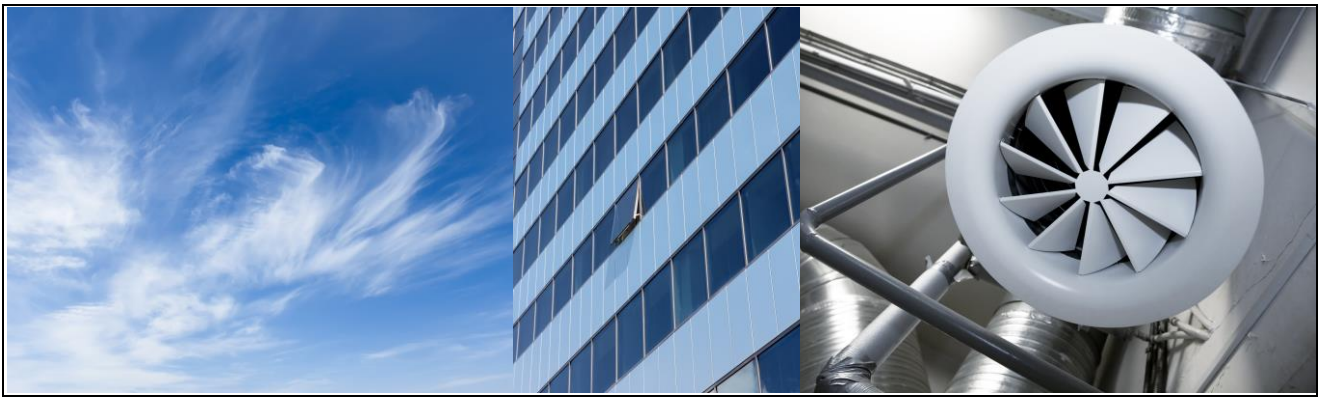
Når bygninger renoveres og moderniseres, bliver ventilation ofte en nødvendighed for at opretholde et godt indeklima. Hvordan indfører man ventilation i forbindelse med en renovering – og skal man vælge en central eller en decentral løsning? Samtidig er der mange eksisterende anlæg der trænger til en kærlig hånd. Hvordan renoverer man eksisterende anlæg og kan det betale sig?

Bliv inspireret på de to temaeftersmiddage, og hør bl.a. om

- Forskellige tekniske løsninger og deres muligheder og begrænsninger
- Gode eksempler fra Regionshospitalet Holstebro og Randers kommune
- Nyt fra spændende demonstrationsprojekter

Se detaljeret program på næste side >>>





Program

- Kl. 13.00 **Velkomst og deltagerpræsentation**
v/ Flemming Madsen – Region Midtjylland og Energiforum Danmark
Frants Thaning – Thaning Miljø- og energirådgivning og Energiforum Danmark
- Kl. 13.10 **Hvorfor ventilation og hvad skal vi vælge?**
- Fordele og ulemper ved centrale og decentrale løsninger
v/ Henning Grønbæk og Vagn Olsen, Exhausto
Debat og erfaringsudveksling
- Kl. 14.00 **Pause med forfriskninger**
- Kl. 14.30 **Erfaringer fra spændende EUDP-projekter om ventilation i eksisterende byggeri**
- Hør om løsninger der skulle gøre det nemmere og billigere
v/ Christian Grønborg Nicolaisen, Teknologisk
- Kl. 15.15 **Optimering af eksisterende anlæg**
Holstebro: Renovering af store ventilationsanlæg på Regionshospitalet i Holstebro og Herning – energibesparelserne finansierer projekterne,
v/ Flemming Madsen m.fl., Region Midtjylland
Randers:
Renovering og vedligehold af store ventilationsanlæg – oplevelser fra det virkelige liv
v/ Leif Hansen, DFI-gruppen
- Kl. 16.00 **Afslutning**

Praktiske oplysninger

Af hensyn til planlægning og traktement bedes tilmelding til arrangementet ske **senest 1. november 2013**

Tilmelding kan ske via mail til
info@energiforumdanmark.dk
eller på hjemmesiden:

<http://www.energiforumdanmark.dk/arrangementer/kalender/tilmelding/>

Arrangementet er **gratis for medlemmer af Energiforum Danmark og koster 300 kr. (Ekskl. moms) for ikke medlemmer.** Beløbet faktureres efter mødet. Vi sender kun bekræftelse på tilmelding pr. e-mail.

Deltagerliste



Temaeftermiddag om energirenovering og ventilation
14. november 2013

Energiforum Danmark region Midtjylland

	Navn	Virksomhed
1	Anders Kjeldsen	Rambøll Danmark A/S
2	Anita Guldbæk	Favrskov Kommune
3	Christian Grønborg Nicolaisen	Teknologisk
4	Claus Ankjærø	KUBEN Management A/S
5	Finn Graversen	Thaning Miljø- og Energirådgivning
6	Flemming Møller	Ringkøbing-Skjern Kommune
7	Frank Christensen	Thisted kommune
8	Frank Plith	KUBEN Management A/S
9	Frants Thaning	Thaning Miljø- og Energirådgivning
10	Henning Grønbæk	Exhausto
11	Henri Verner Nielsen	Horsens Kommune
12	Henrik Carsten Seemann	Post Danmark, Facility Management
13	Jakob Hovgaard Kaiser	Post Danmark, Facility Management
14	Jane Bjørn Christiansen	Vognsen Rådg. Ing.
15	Jens Jørgen Nøhr Nielsen	Syddjurs Kommune
16	Jonas Bredahl Gregersen	Aarhus Univeristetshospital
17	Jørgen Stengaard-Pedersen	Rambøll Danmark A/S
18	Karina Dalgaard Müller	EnergiMidt A/S
19	Kristina Mark	Vognsen Rådg. Ing.
20	Lars Højensgård	Kolding Kommune, By & Udvikling
21	Leif Hansen	DFI-gruppen
22	Leo Helmer	Kærsgaard & Andersen A/S
23	Mads Møller	Leanvent ApS
24	Mads Stetter	Nordjyske Ejendomme
25	Maja Jensen	Viborg Kommune, Teknisk Forvaltning
26	Orla Huulgaard Jørgensen	Mariagerfjord Kommune
27	René Rasmussen	Vognsen Rådg. Ing.
28	Thomas Rose Kobberøe	Horsens Kommune
29	Vagn Olsen	Exhausto



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

ENERGIEFFEKTIV VENTILATION TIL EKSISTERENDE ETAGEBYGGERI

J. NR. 64010 – 0075 OG 64010 - 0035

DEN 14. NOVEMBER 2013

CHRISTIAN GRØNBORG NICOLAISEN
TEKNOLOGISK INSTITUT, ENERGI OG KLIMA
CENTER FOR ENERGIEFFEKTIVISERING OG VENTILATION





Agenda

EUDP projektet 64010 - 0075 Energieffektiv ventilation til etagebyggeri

Den 14. november 2013

1. Hvordan etableres energieffektiv ventilation i eksisterende etageboligbyggeri (projekt)

Projektgruppen

- Hvorfor (BR, Indeklima, skimmel, energiforbrug)
- Hvordan (udfordringer, Barriere, løsninger mv.)

2. Alternativ – Fugtstyret udsugning

3. Korrekt projektering og udførelse (Videncenter for energibesparelser i bygninger)

- Ny energiløsning på ventilation i etageejendomme i samspil med positivlisten
- Formidling - film, hjemmeside og netværk

4. Jeres verdensbillede

- Nu har i set hvordan vi sammen interessenter fra hele værdikæden har søgt at løse de problemer der mht. implementering af ventilation med varmegenvinding i eksisterende boligbyggeri.
- Ud fra det i har set, hvor mener i så indsatsen bør ligge ift. jeres verdensbillede.





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

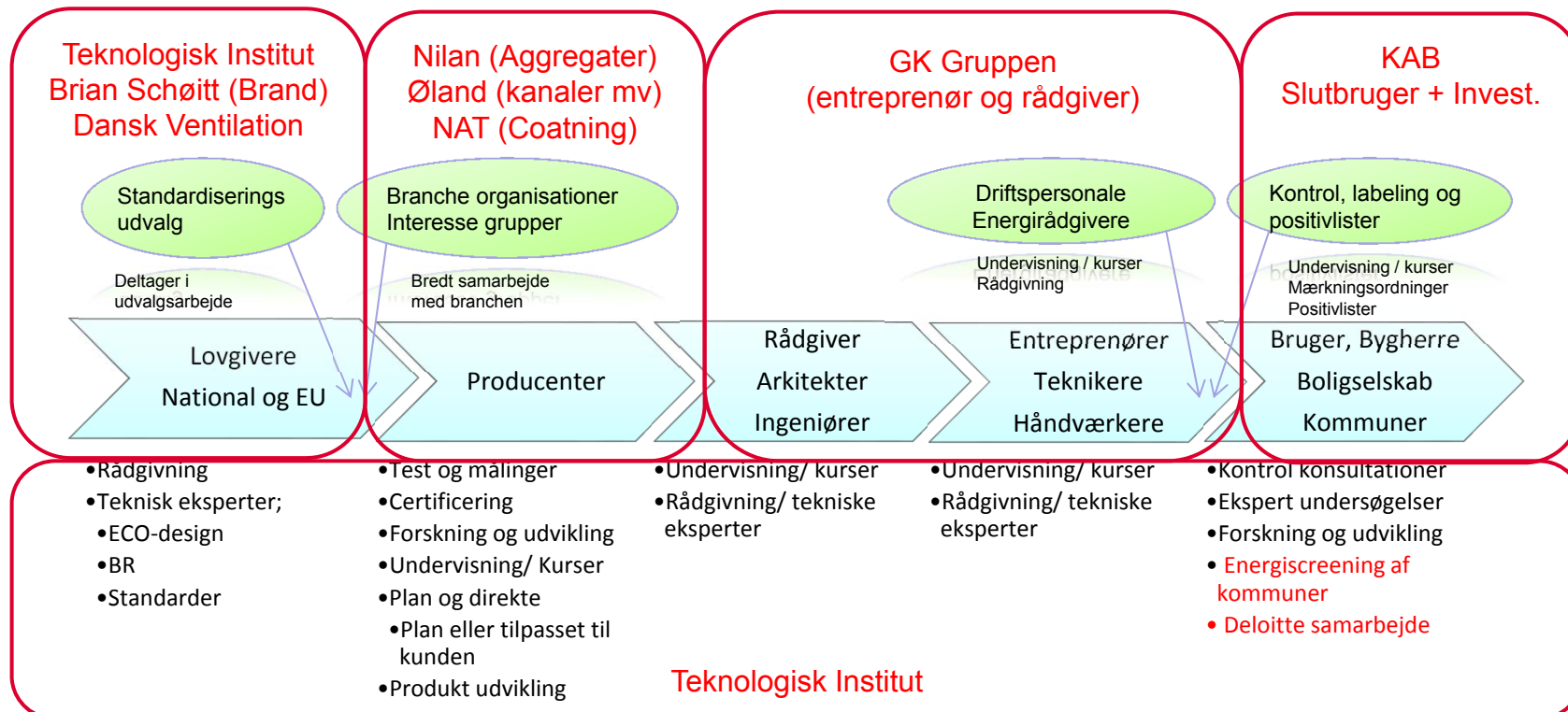
PRÆSENTATION AF PROJEKTET





Projektet skal være jordnært – indeholde hele værdikæden

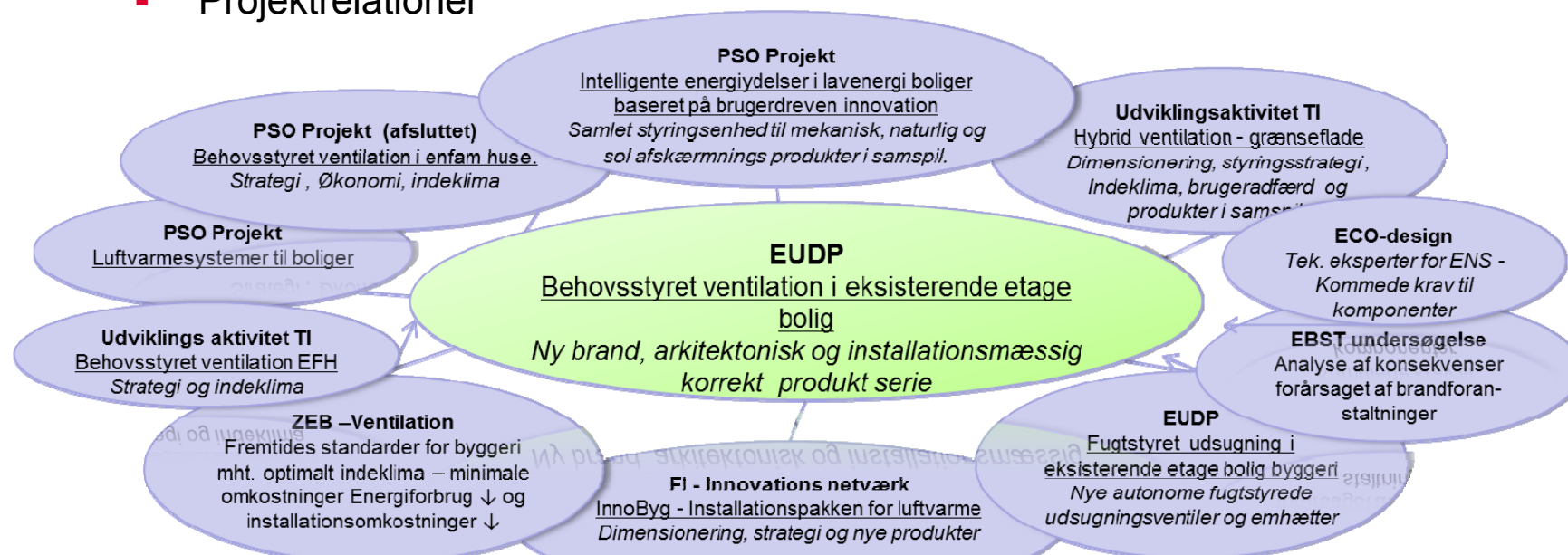
- Produktions, installations og prismæssige korrekte – Produkter og systemer mod markedet – ikke grundforskning
- Projekter altid indeholdende alle aspekter og aktører fra :
 - Lovgiver - Produktionsvirksomhed – Rådgiver - Entreprenør – Bygherre og slutbruger
- Vigtigt at kompetencer spænder fra praktisk til fagligt





Projektet skal inddrage erfaringer - relationer

- Interessenter
 - EBST
 - SBI
 - AAU
 - ENS
- Samarbejdsrelationer
 - Videncenter for Energibesparelser i bygninger (**Løsningsvalg**)
 - Positivliste for Ventilationsanlæg (**Valg af aggregat**)
 - Dansk Ventilation DV (**Producenter**)
 - Foreningen af ventilationsfirmaer FAV (**Entreprenører**)
 - Vent-ordningen (**Service**)
 - Købehavnskommune og byfornyelsen (**implemtering**)
- Projektrelationer





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

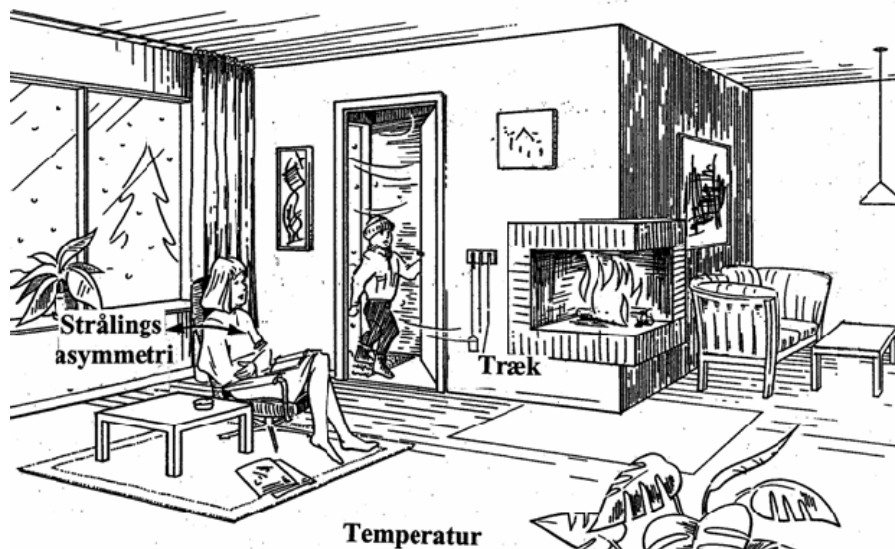
1. HVORFOR ?





Hvorfor ventilere – Godt indeklima, lovkrav og økonomi

- Termisk indeklima (det samlede hele af fysiske størrelser i omgivelserne, der har indflydelse på menneskets varmebalance)
- Atmosfærisk indeklima (det samlede hele af fysiske størrelser i den omgivende luft, der indvirker på menneskets luftveje, hud og slimhinder, fx indholdet af støv og gasarter)
- Akustisk indeklima (støj forurening)
- Bygningskonstruktionen (primær den relative luftfugtighed. Bør holdes under 45 % om vinteren, nedre grænse er udetemperatur afhængig).



Termisk	Akustisk og optisk	Atmosfærisk
Hastighed	Lys og lyd	CO ₂
Temperatur		Støv
RH		Organiske opløsningsmidler



Hvorfor ventilere – Massive skimmelsvamp problemer

- Fugt
 - Det første synspunkt er, at rumluftens vanddampindhold bør være lavere end 7,0 g vand pr. kg luft, svarende til en relativ luftfugtighed på 45 % ved 20 – 22 grader C, nogle måneder i vinterperioden. Hensigten er at reducere antallet af husstøvmider.
 - Det andet synspunkt er, at rumluftens fugtighed skal holdes på et tilstrækkeligt lavt niveau, til at kondensation på vinduerne og kuldebroer ikke forekommer
- CO2
 - Hvis der ikke ventileres korrekt stiger CO2 niveauet, hvilket medfører træthed og hovedpine

Pas på skimmelsvamp i nye huse

Indeklima: Mange gamle, men også nye boliger vil i den kommende mørke og kolde tid afsløre nye sider af sig selv. I de seneste år har skimmelsvamp og andre problemer været nærmest hermetisk tættet, er ikke fulgt op af egenation, dvs. behovsstyret udventilatorer og varmegenvindingshuse har man simpelt hen fjernet helt væk, selv om det er en gangsinvestering. Dels får man med aktiv ventilation med varmegenvinding en økonomisk neutral løsning, dels sikrer man huset mod skimmelsvamp, desuden opnår man et sundt indeklima. Christen Galsgaard, Dansk

BOLIGER MED NATURLIG VENTILATION ER UNDERVENTILERT

SBT rapport 236 Målinger i 150 huse viste at det gennemsnitlige luftskifte i danske huse er 0,26 gange pr. time

Forskere finder mykotoxiner i indendørsluft

RETTET: Svenske forskere har fundet giftige mykotoxiner i 72 procent af huse angrebet af skimmelsvamp - og beviset, at mykotoxinerne desuden spreder sig til indåndingsluften via støvpartikler.

Mennesker og bygnings sundhed har bedst af lav fugtighed.

Alle taler om det men vil vi gøre noget ved det?

Hver fjerde generet af dårligt indeklima

Mere end hver fjerde voksne dansker føler sig generet af en eller flere miljøfaktorer i boligen, viser en stor undersøgelse gennemført af Statens Institut for Folkesundhed i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut.

Vidste du, at 15-20 % af danske boliger har synlige tegn på fugt eller vækst af skimmelsvampe. Det ødelægger indbo og materialer og kan give allergi hos beboerne.

2 procent af angrebne huse

Man brugte tandem-massespektrometri til at teste prøver af materialer og støv fra huse, der var ramt af skimmelsvamp eller haft vandskader. Resultaterne viste, at der for det første var mykotoxiner i 72 procent af prøverne fra huse med synlig skimmel, svarende til 14,4 procent af prøverne fra huse uden synlig skimmel.



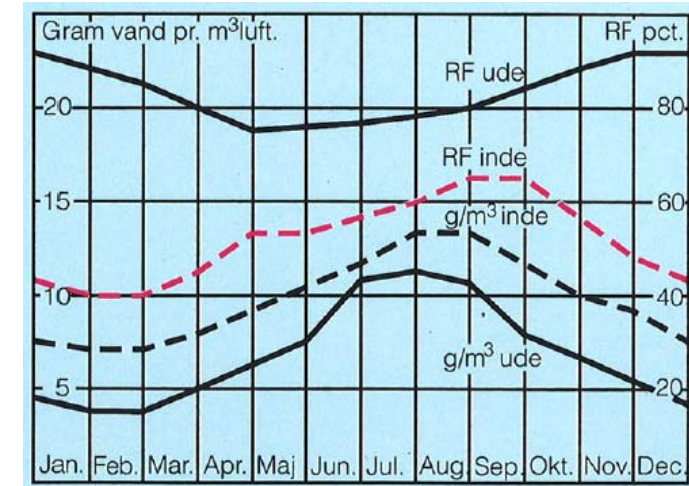
Hvorfor ventilere - Fugtproblematik i boliger

Fugt => svamp => gener

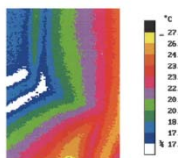
- Irriterede øjne
- Irriterede næse
- Irriterede luftveje
- Hoste / Allergi
- Trykken for brystet

Styrende parametre for fugtproblemer

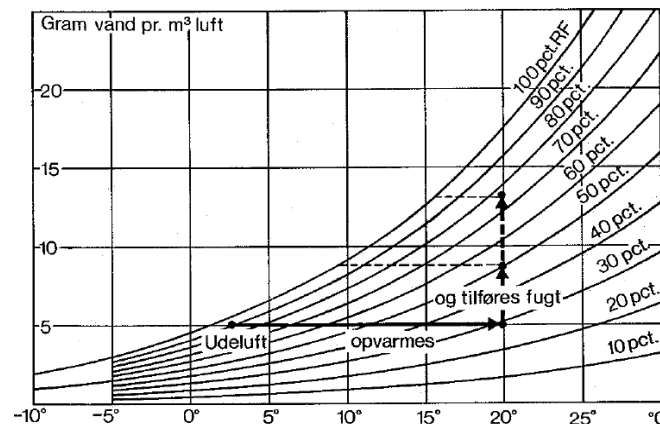
- Varme
- Ventilation
- Fugtproduktion
- Kuldebroer



Figur 4.1. Foto af vindue: Misfarvning af tapet i murfals ved vinduesplade.



Figur 4.2. Termografbillede indeni af vindue i figur 4.1. Kuldebro ved vinduesplade og murfals.

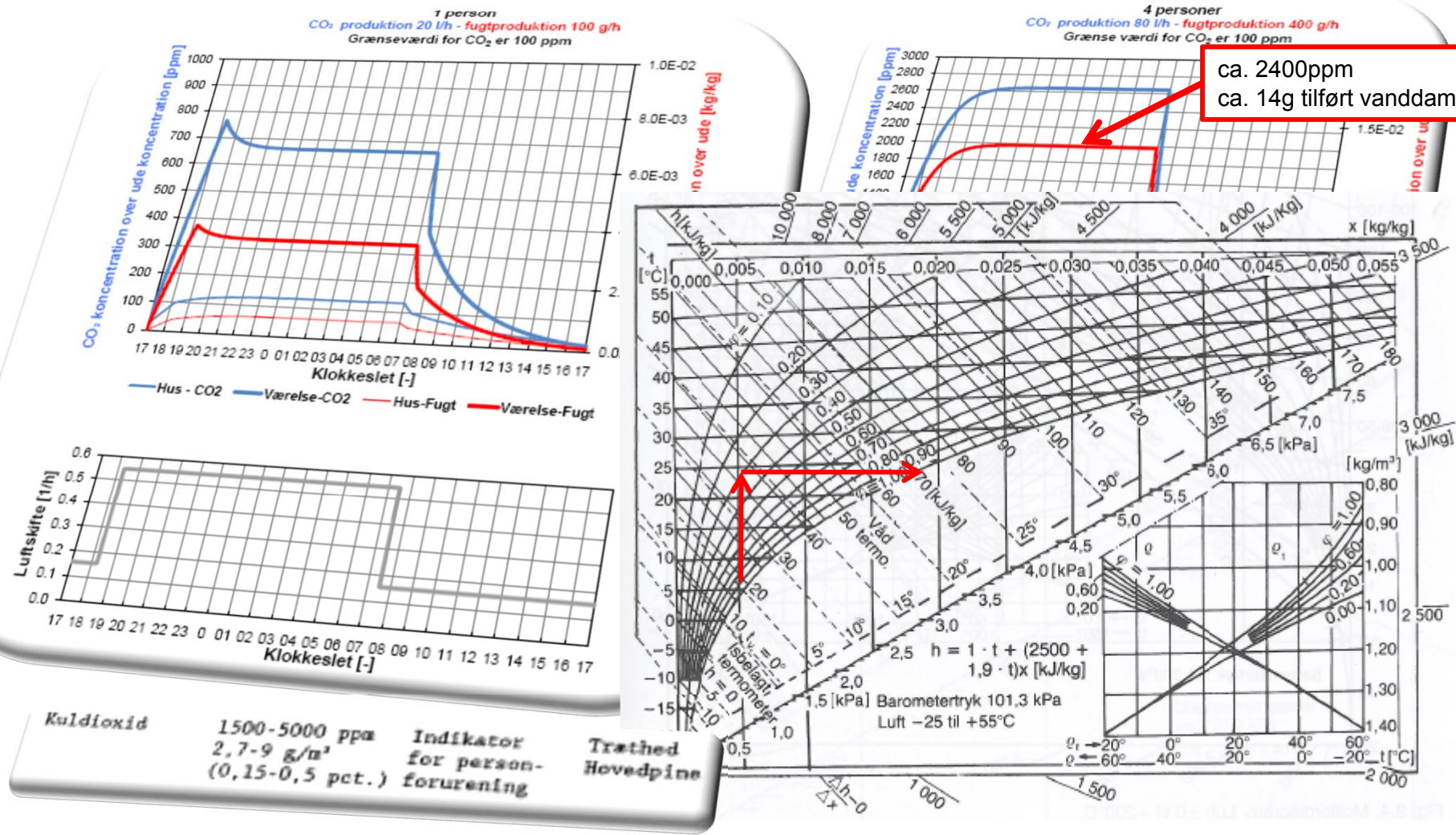


Personbelastning (familie størrelse)	Fugttilførsel (kg vand/døgn)		
	Begrænset fugttilførsel, evt. er boligen ofte tom	Typisk til lidt over typisk fugttilførsel, evt. en familie med børn	Høj fugttilførsel, evt. en familie med teenagers, hyppig badning og tøjtørring indendørs
1 person	3-4	6	9
2 personer	4	8	11
3 personer	4	9	12
4 personer	5	10	14
5 personer	6	11	15
6 personer	7	12	16

Heraf afgiver hver personer ca. 40 g/h =>
4 personer afgiver 3,84 kg/døgn

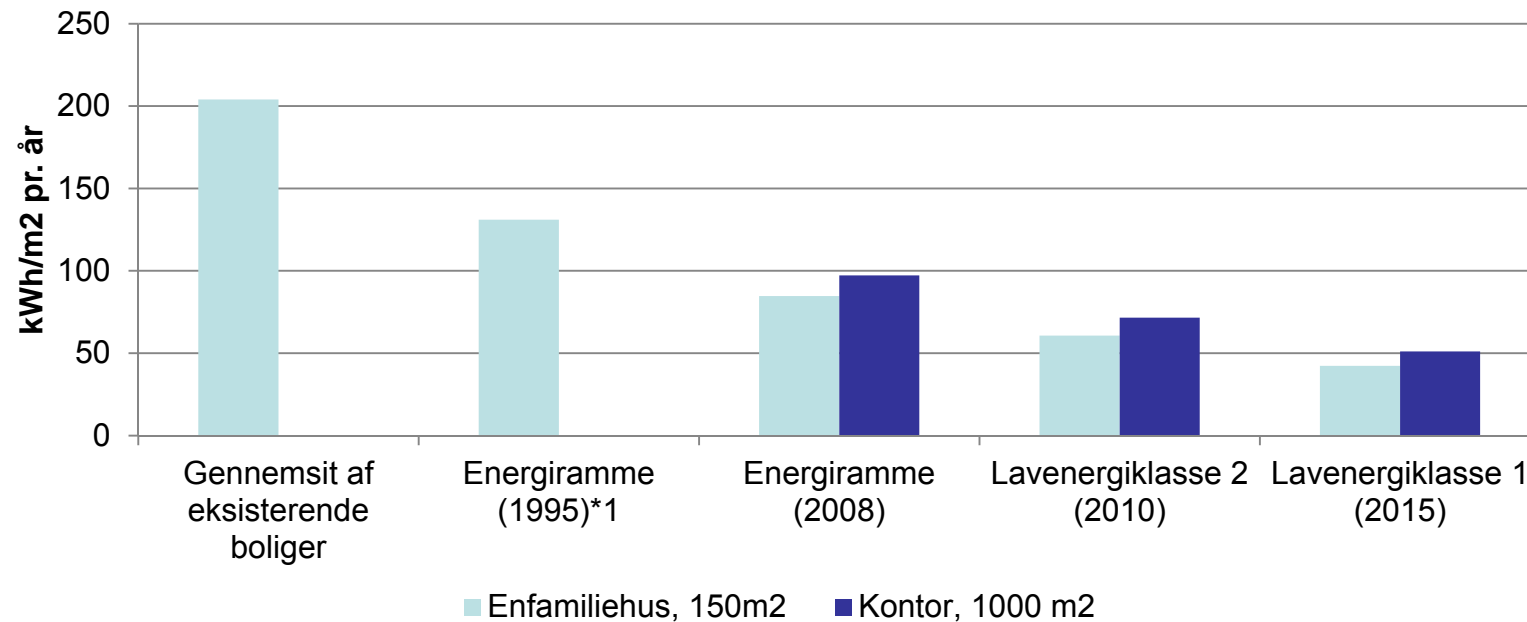


Hvorfor ventilere - CO₂-koncentration (eksempel med standardventilation)





Hvorfor ventilere - Stramninger generelt (energirammen)



	Energiramme (1995) u. køl, varmtvand, linje tab. evt belysning (kontor)	Energiramme (2008)	Lavenergiklasse 2 (2010)	Lavenergiklasse 1 (2015)
Boliger mm.	44,4+30,6/e	70 + 2200/A	52,5+1650	30+1000/A
Kontorer mm.	30,6+1389/A+30,6/e	95 + 2200/A	71,3+1650	41+1000/A

Tabel 1: Energirammer i BR08 for boliger og kontorer i kWh/m² pr. år. e = etageantal. A=bruttoareal

*1: Estimat af bruttoforbruget beregnet af ENS/ TI/Søren Østergaard



Hvad er problemet?

Ventilationen er ofte mangelfuld pga.:

- **Manglende ventiler** i vinduer ved reovering
- **Ineffektivt** naturligt aftræk
- **Reovering** af loft/køkken /bad hvor naturligt aftræk ændres/ skjules
- Tendens til at **lukke friskluftsventilerne** i vinduerne pga. træk, og høj varmeregning.
- Når friskluftsventilerne lukkes, øges undertrykket i lejligheden som medføre **støjgener (piben) og lugtoverføring**
- Derfor er der en tendens til at tilstoppe eller delvis **lukke udsugningsventilerne**

Men samtidigt er klimaskærmen oftere utæt i ældre byggeri, som modsat bidrager med en vis luftudskiftning. Således står man ofte med en af to problemstillinger:

- **Manglende luftskifte**, som er medvirkende til dårligt indeklima og **skimmelsvamp**.
- **Tilstrækkelig** eller for kraftig ventilation, som giver (træk) og er yderst **energiforbrugende**.

Det er derfor yderst vigtigt at indtænke ventilation med varmegenvinding i følgende situationer:

- Når der er **problemer med skimmelsvamp**. Det er ikke nok at fjerne skimmelsvampen – årsagen skal findes og det er ofte manglende ventilation.
- Som en **ren energiforbedring** på lige fod med vinduesudskiftning og isolering, men med den yderligere gevinst, at indeklimaet forbedres markant og udeluften filtreres for pollen og de fleste sodpartikler.
- Ved **større reoveringsarbejder** som vinduesudskiftning, udskiftning af tag, udnyttelse af tageetage, tætning af klimaskærm og reovering af køkken eller bad.



Man kan spørge sig selv - Hvorfor også ventilere energirigtigt?

- Fordi det kan betale sig
- Det er mindre CO₂-belastende
- Iht. analyse fra RD koster det omkring 5 % mere at bygge energirigtigt
- Iht. analyse fra RD koster det 10 % mere at bygge 100 % miljøvenligt
- Energiudgifter reduceres op til 65 %
- Energirigtig ventilation giver bedre indeklima og komfort og fjerner risikoen for trækgener. Så hvorfor ikke bruge det?

RD
ANALYSE

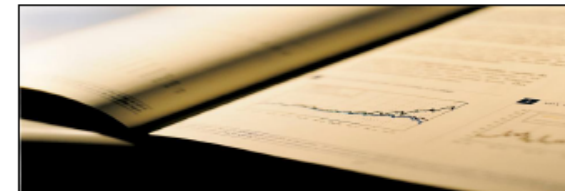
16. december 2019

Udgiver
Nestlé Danmark
Forsølsvej 17
2800 Kgs. Lyngby
Rådgivning & Rådgivning

Ansvarlig
Ellenbeth Tylmann
Ansvarlig
etia@rd.dk

Styrelsesmedlem
saa@rd.dk

Ansvarlig
Christine
Ellenbeth Tylmann



Byg energivenligt og reducer dine energiudgifter med 65 %

Har man truffet et valg om at få bygget sit eget hus helt fra bunden, følger der mange beslutninger med, valg af byggestil, husets placering på grunden, hvor mange værelser skal der være, ønsker du et åbent køkken-stue – og mange andre beslutninger. En særdeles vigtig overvejelse er imidlertid også, hvad man kan og vil gøre for at reducere boligens energiforbrug. Men hvad koster det egentligt at bygge energivenligt, og kan man vinde pengene hjem igen i form af besparelser?

Svaret er ja, heldigvis! Herom til både privatøkonomi og miljø går i de fleste tilfælde hånd i hånd, når det gælder nybyggeri, da nye boliger generelt er mere energivenlige end ældre huse. Det smitter positivt af på de løbende udgifter til el, vand og varme. Samtidig er der færre udgifter til vedligeholdelse på et nyt hus i forhold til et ældre. Samlet vil det mere end opveje de ekstra omkostninger, der kan være ved bygge et nyt hus i forhold til at købe et eksisterende. Størst gevinst er der, hvis man går hele vejen og opfører et svanemærket energivenligt hus, hvor der er tænkt energibesparelser ind i hele huset.

Vi har i denne analyse sammenlignet de fælge omkostninger ved at købe et hus på 150 kvadratmeter fra 1970'erne med prisen på at bygge et nyt hus på 150 kvadratmeter. Samtidig har vi vurderet om det kan betale sig at investere i at gøre det nybyggede hus helt eller delvist miljøvenligt.

I analysen er vi blandt andet kommet frem til følgende

- det koster i omegnen af 10-12 % ekstra at bygge et 100 % miljøvenligt (svanemærket) hus frem for et almindeligt hus. Omkring man kan nogle få energivenlige tiltag i hjemmet, kan man komme ned på en merudgift på ca. 5 % i forhold til hvad et almindeligt nybyggeri vil koste
- ved at investere i et svanemærket hus kan en familie på fire reducere deres udgifter til el og varme med hele 60 % sammenlignet med udgifterne i et gennemsnitligt hus fra 1970'erne
- investerer man samtidig i et rengøringsanlæg, der kan bruges til toiletstøvt og tøjvask, undgår man ikke kun unødigt spild af drikkevand, men får samtidig de samlede udgifter til el, vand og varme reduceret med 65 %
- det er medregnet, at man slipper for at vedligeholde 70'ers-huset, hvis man bygger nyt. Tager man samtidig højde for de mere omkostninger, der er i forbindelse med at investere i et svanemærket hus, vil der stadig være et plus på bundlinjen, når det samlede regnskab gøres op
- en familie på fire kan spare op til 7.500 kroner om året ved at bygge et svanemærket hus i stedet for at købe et hus fra 1970'erne, hvis de vælger at finansiere boligen med FlexLån® F1
- hvis familien derimod vælger den mere konservative løsning og finansierer boligen med et 5 % fastlåst lån, giver det alligevel en besparelse på op til 2.750 kroner om året. Et svanemærket hus skinker altså både miljø og pengeparis sammenlignet med de populære parcelhuse fra 70'erne.

side 1



Hvor meget reduceres energiforbruget ?

- Gennemsnits årsforbrug, etageejendom, lejlighed 60m² (optil 110m²)

Bygningsreglement		2008		2010	2010
		Naturlig	Udsugning	(krav)	(muligt)
Ventilationsform	Naturlig	Udsugning	Balanceret	Balanceret	Balanceret
SFP	0	1000	1200	1000	800
VGW	0	0	65%	80%	90%
Luftskifte grund (2010+2015 70% af tiden)	126	126	126	65	65
Luftskifte forceret - (2010+2015 30% af tiden)	126	126	126	126	126
Styring	Ingen	Ingen	CAV	VAV	VAV
Energiforbrug - el lav drift(kWh)	0	0	0	61	49
Energiforbrug - el høj/konstant drift(kWh)	0	310	370	92	74
Energiforbrug – el total (kWh)	0	310	370	155	125
Energiforbrug - varme (kWh)	4650	4650	1625	615	305
Energiforbrug - total (kWh – ikke vægtet)	4650	4960	1995	770	430
Energiforbrug - kr	3720	4280	1965	770	470
Besparelse kWh (ref=naturlig)	0%	-15%	47%	79%	87%

Reference naturlig ventilation. Beregnet iht. elsparefondens retningslinjer for ventilationsberegneren



Hvorfor NU – Politisk interesse

- 2020 og 2015 – Fokus på den eksisterende etagebolig masse
- Initiativ kataloget
 - Fokus på ventilation med vgv til etageboliger
 - Ønske om at ændre regler mht. renovering / forbederelse og tilskudsmuligheder / mulighed for at gennemtrumfe beslutning
- Håndværker ordningen
- Byfornyelse
- Skimmelsvamp problemer hos boligselskaberne
- Stærk opbakning fra branchen som ser et nyt marked





1. Barrierer





Barrierer 1 - Kostpris

Mekanisk udsugning kontra balanceret ventilation
Uden at skelne til andre energitiltag

(levetid x besparelse)/investering < 1,33
Levetiden for vent.anlæg er iht. bilag 6: 20år
Dette forudsætter at TBT skal være under 15 år



TBT = 7-11ÅR



TBT_{ny} ≈ 7ÅR

TBT_{ekst} ≈ 16ÅR

BR 2010's intentioner kommer ikke til at
"fange" de eksisterende installationer

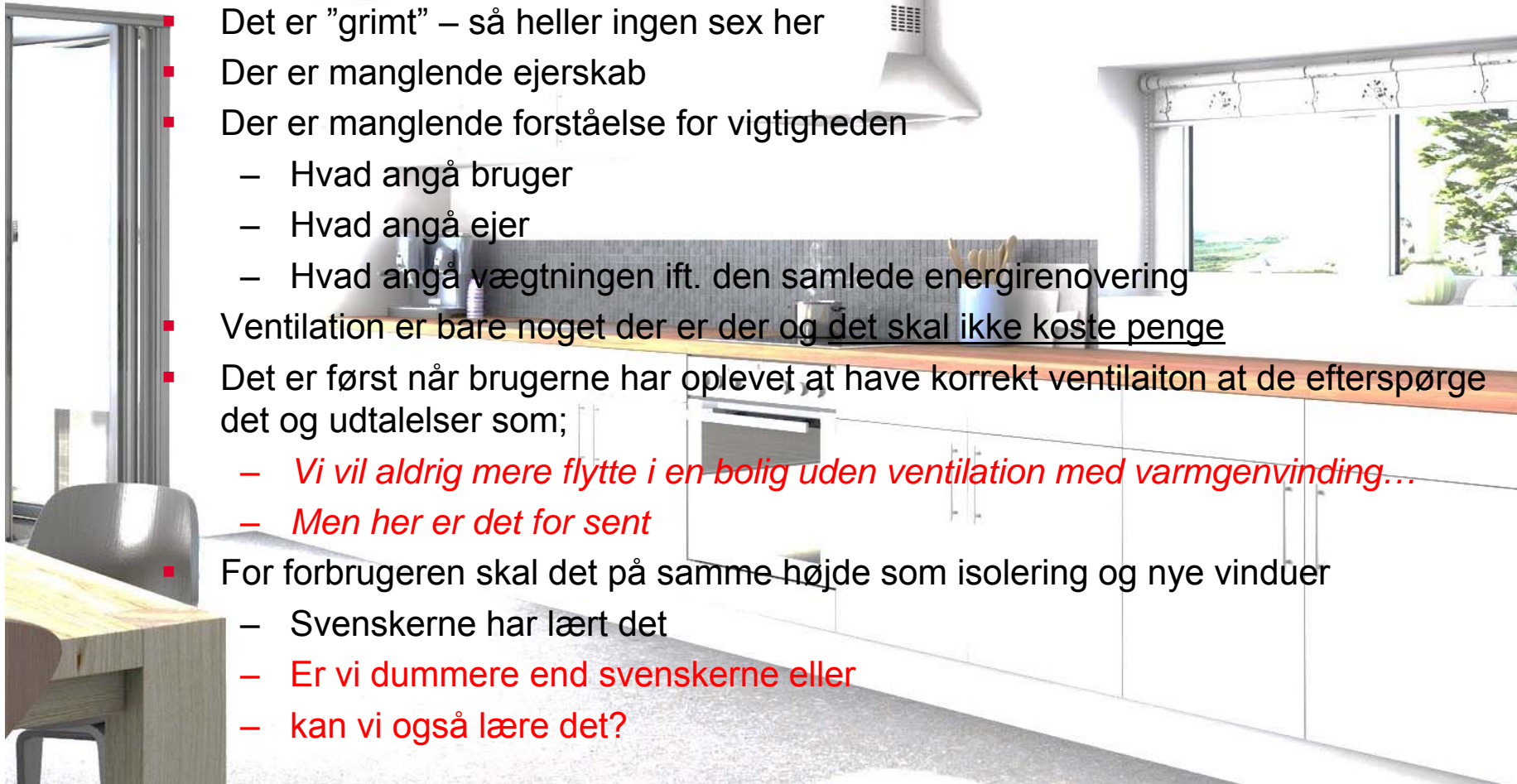
Hvis tiltagen skal implementeres skal fokus ikke udelukkende være på
investering men også driften. Ofte kan det bedre betale sig at investere i energi
rigtig ventilation i stedet for klimaskærmen => TBT bliver reduceret markant

Stor potentiale 60m²-2400kr/år - Mål TBT < 15år



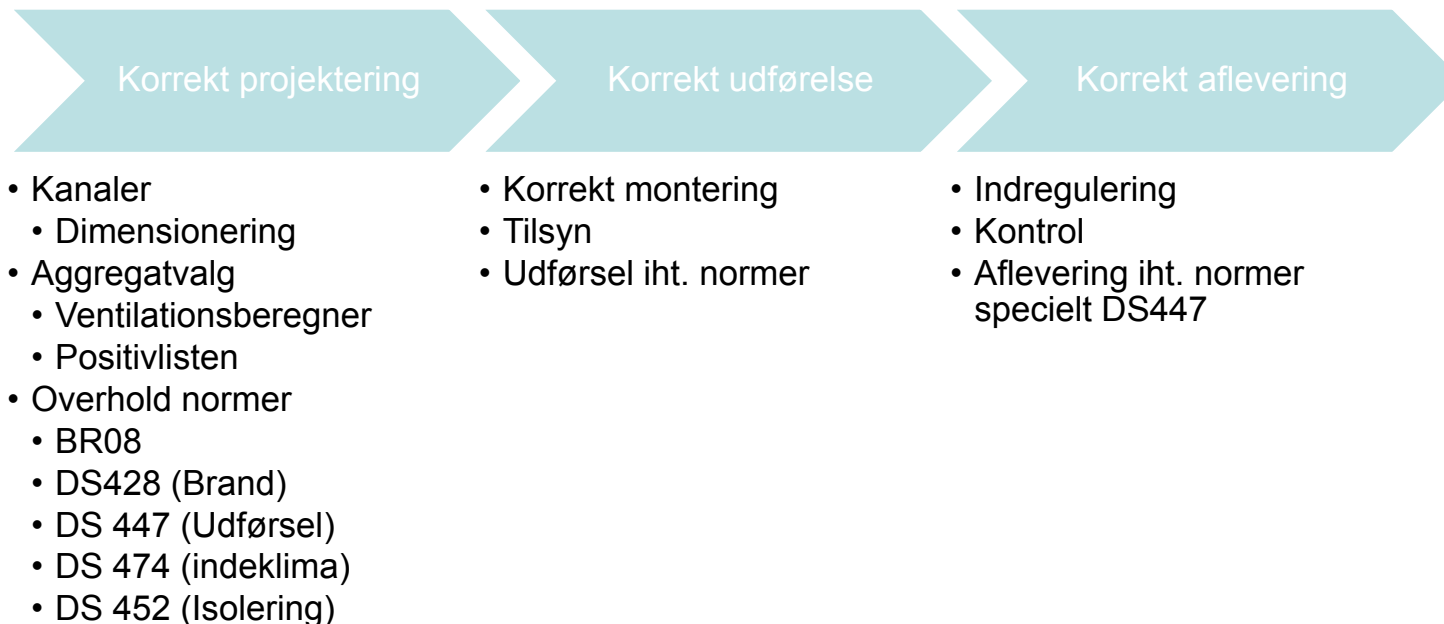
Barrierer 2 – SEX

- Det kan ikke "vises frem" = Der er ingen sex i ventilation - det er der i et nyt køkken
- Det er "grimt" – så heller ingen sex her
- Der er manglende ejerskab
- Der er manglende forståelse for vigtigheden
 - Hvad angår bruger
 - Hvad angår ejer
 - Hvad angår vægtningen ift. den samlede energirenovering
- Ventilation er bare noget der er der og det skal ikke koste penge
- Det er først når brugerne har oplevet at have korrekt ventilaiton at de efterspørge det og udtalelser som;
 - *Vi vil aldrig mere flytte i en bolig uden ventilation med varmgenvinding...*
 - *Men her er det for sent*
- For forbrugeren skal det på samme højde som isolering og nye vinduer
 - Svenskerne har lært det
 - *Er vi dummere end svenskerne eller*
 - *kan vi også lære det?*





Barrierer 3 – Aflevering og udførelse?



De tre ben er afgørende for at "stolen" (energiforbruget) ikke vælter. FEJLES der et sted kan det være katastrofalt

Derfor er det yderst vigtigt at stille krav til at anlægget er:
Projekteret, udført og afleveret iht.:
BR2010, DS 428, DS447, DS 474 og DS 452



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

1. HVORDAN



Mulig løsninger

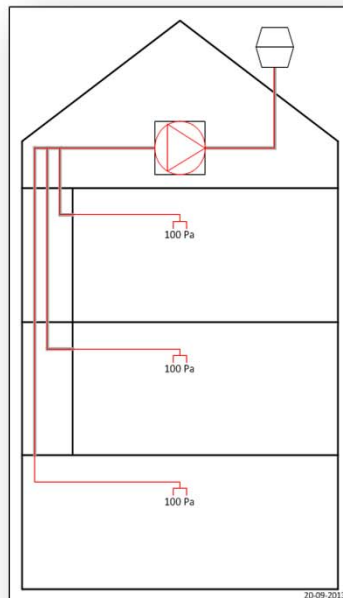


Fig. 1 - Typisk ventilations-installation i eksisterende etageejendomme med udsugning/ naturligt aftræk.

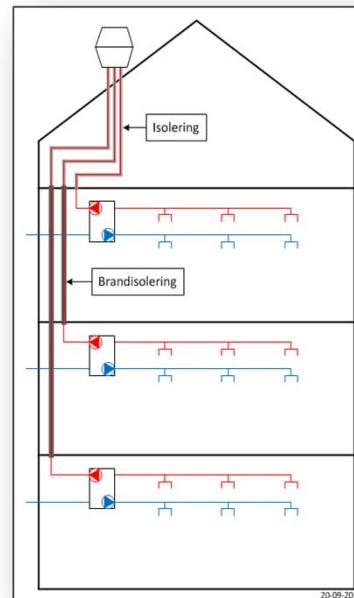


Fig. 2 - Ventilations løsning, hvor ventilationen er renoveret til decentral ventilation med varmegenvinding.

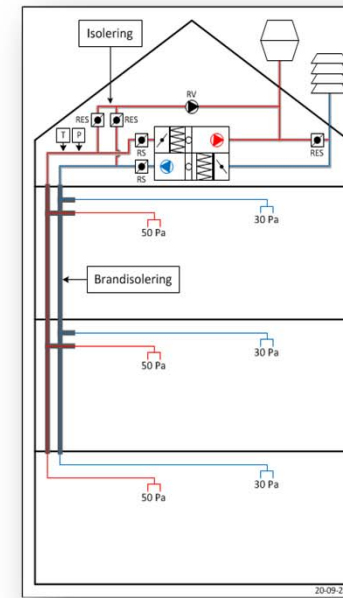


Fig. 3 - Ventilations løsning, hvor ventilationen er renoveret til central ventilation med varmegenvinding.

- Barrierer – Kostpris, Ejerskab og forståelse, Aflevering og service, Arkitektur
- Barrierer – Absolut største – fremføring af kanaler + placering af aggregat



Barriere – Kostpris, plads og grimt

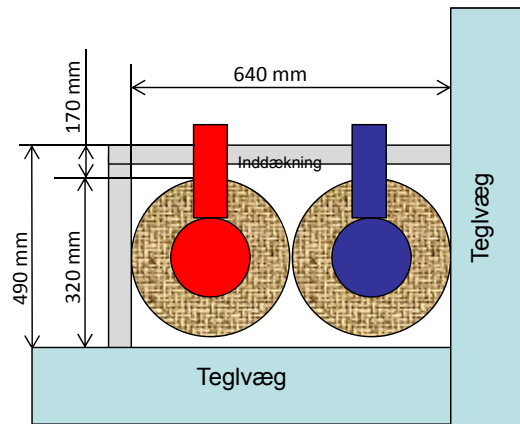


Fig. 1: Løsning 1- $\varnothing 200$ mm nye centrale kanaler til røgventileret system eller røgafspærret med brand- og røgspjæld i etageadskillelse.

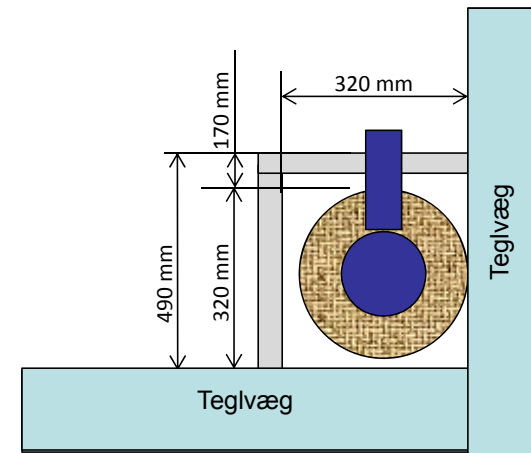


Fig. 2: Løsning 2- $\varnothing 200$ mm ny central kanal til røgventileret system, hvor hv. rum betjenes af lodret hovedkanal.

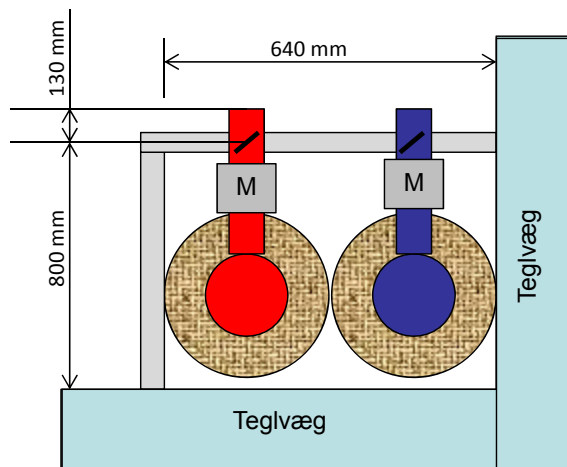


Fig. 3: Løsning 3- $\varnothing 200$ mm nye centrale kanaler til røgafspærret system med brand- og røgspjæld i væg (BS 60 skakt).

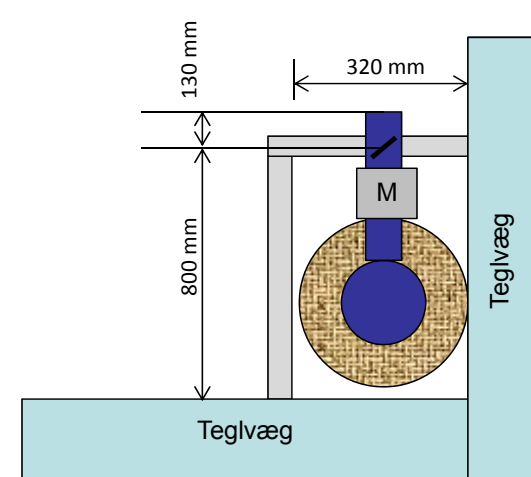
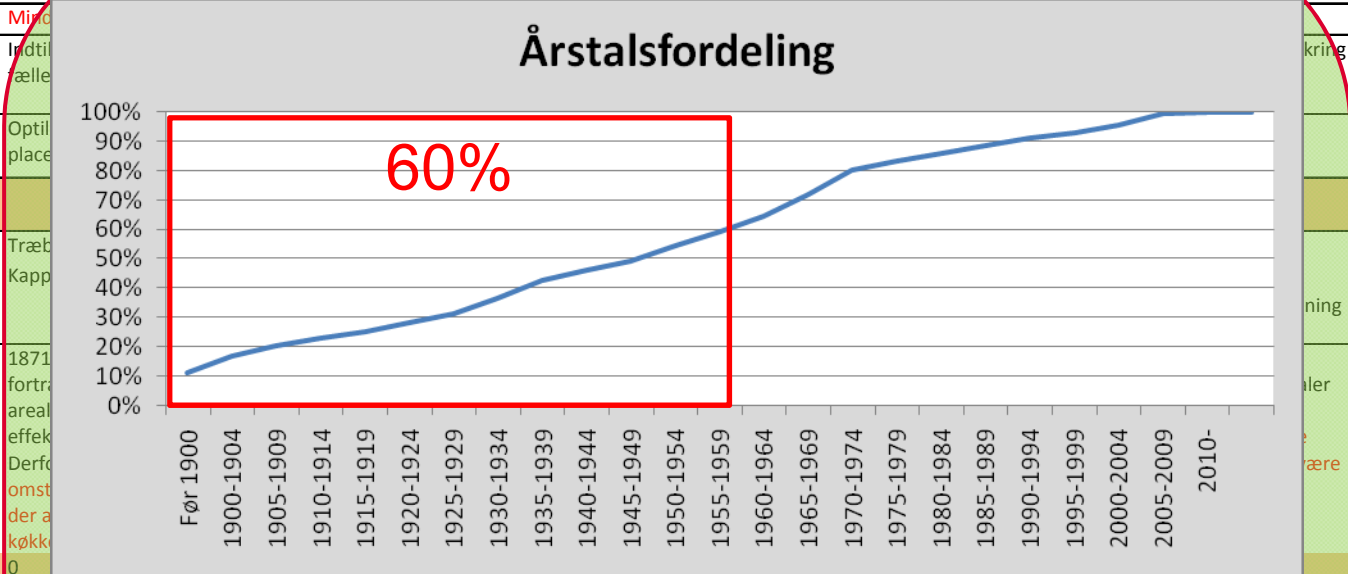


Fig. 4: Løsning 4- $\varnothing 200$ mm ny central kanal til røgafspærret system med brand- og røgspjæld i væg (BS 60 skakt), hvor hver rum betjenes af lodret hovedkanal.



Studieture - Fokusområde

Beskrivelse	1850-1900	1900-1920	1920-1940	1940-1960	1960-
Etagebolig "opstart"	Nørre, Vester, Øster, Amager	Islands brygge	Forstæderne	Forstæderne	Forstæderne
Historiske betingelser	Området uden for voldene triggives i 1852 (Etagebyggeri 3-5 etager).	Den høje tætte udbygning af hovedstaden (5-6 etager)	Mellemkrigstid, hvor lys, luft og solorientering bliver arkitektonisk parole.	Nybyggeriet efter 1940 har samme installationsmæssige standard, vi regner for min. i dag.	(1973) Tiden efter oliekrisen hvor energi-problematikken får markant indflydelse på byggeriet
Lejlighed	Midd				Lejligheder er meget forskellige
Bad/wc	Indtil alle				krig
Køkken	Optil plade				
Åbninger i klimaskærm					1950'erne. Køleskabe bliver almindelige.
Bjælkelag	Træbjælkelag				Betonelementer
Aftræk	1871 fortrængt areal effektivt. Derfor omstændigheder a køkken				ning aler rære
- Antal	0				1961: Første bygning reglement for hele landet. Krav om separate aftræk i køkken og wc/ bad.
- Materiale	Muret	Støbt beton kanaler	Støbt beton kanaler	Støbt betonkanaler	2 (køkken +wc) Eternit eller stål
- Lysning	12*24 cm	100 cm2	100 cm2 bad. Køkken 100/150cm2	100 - 150cm2	Udsugningsanlæg med hovedkanal eller naturg med separate kanaler
Skorsten	1871 - Det lukkede køkkenhus ved fortrængt areal mindskes til 9*9" (op til 1850 18*18"). 1889 krav om maks. 2 ildsteder pr etage. Skorsten som medfører at hver lejlighed har en skorsten pr. 2 rum	1900 - Gasapparater bliver almindelig for varmskiftet. Køkkenkølestenen udfases	Centralvarme begynder at forekomme i slutningen af 1930'erne.	Oftest ingen skorstene pga. centralvarme. Det som i slutningen af 1950'erne blev der stadig i de mindre bysamfund opført boligbyggeri med kachelovne	0 Skorstene 2 Aftræk (wc) Ingen kachelovne
- Antal	2 - kachelovn + brændekomfur	0-1 - kachelovn (stuer)	0-1 - kachelovn (stuer)	0	0 0
- Lysning	18*18" / 9*9"	9*9"	9*9"	9*9"	
Adg.vej til loft	1889 - krav om køkkentrappe	Køkkentrappe	Delvis m/uden køkkentrappe	Kun hovedtrappe	Loftslem 60*90 / gennem tag
Spær/ bjælkelags afstand	Over 90	90 cm	90 cm	75-90 cm	60-75cm
Tag	45° rejsning+tegl	45° rejsning+tegl	30-45° rejsning+plade	0-30° rejsning	0-15° rejsning
Byggebestanden	10%	25%	40%	60%	100%



<p>2 Skorstene 0 Aftræk (wc) 0 åbning 45° + 2 trapper 10%</p>	<p>1 Skorstene 1 Aftræk (wc) 1 åbning 45° + 2 trapper 25%</p>	<p>½ Skorstene 2 Aftræk (wc) 1 åbning 30° + 2 trapper 40%</p>	<p>0 Skorstene 2 Aftræk (wc) 0 åbning 0-30° + 1 trappe 60%</p>	<p>0 Skorstene 2 Aftræk (wc) 0 åbning 0° + 1 trappe 100%</p>
--	--	--	---	---



Studieture – Hvilken løsning skal man vælge?

- Fremføringsmuligheder og hvor er de placeret i lejligheden
 - Hvor placeringen af eksisterende kanaler er, afgør hvilken løsning der er bedst.
- Adgangsforhold på loft
 - Er det muligt at bære et modulopbygget centralt aggregat op her? (både hvad angår trappe/køkkentrappe opgang og dør eller loftslem)
- Højde på loft / er loftet udnyttet
 - Er det muligt at opstille et eller flere centralt placerede aggregater her?
 - Er det muligt at fremføre vandrette kanaler til de lodrette stigstreng (lejligheder)?
- Lofthøjder i lejlighed
 - Er der mulighed for at hænge et decentralt aggregat med lav byggehøjde op i gangen og etablere et nedsænket loft?
- Opbygning af køkken
 - Er det muligt at placere et decentralt aggregat i køkkenet og tilslutte det til de eksisterende kanaler?
- Adgang til lejlighed og ønske herom (beboersammensætning)
 - Er det muligt at få adgang til lejlighed og udføre service (udskiftning af filter årligt), eller er det at fortrække at gøre det centralt?
- Facade klausuler
 - Er der krav om at der ikke må sættes riste i facaden? / afkastet udformning?



Studieture - Grundlag

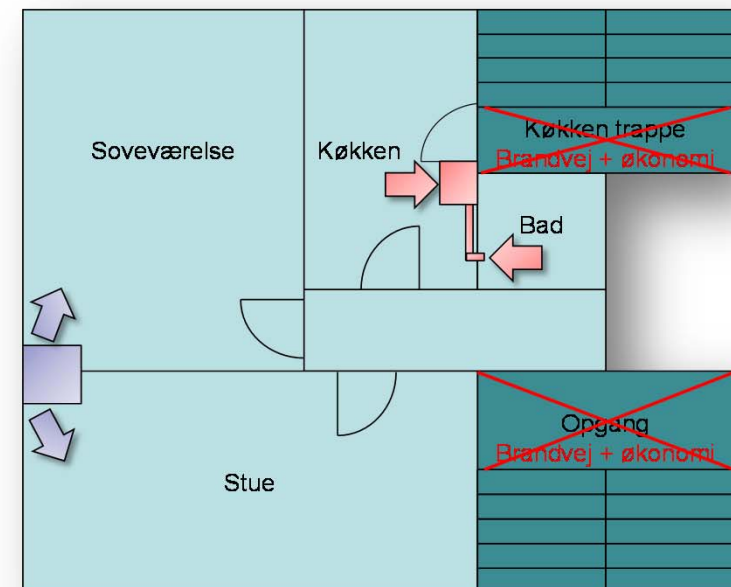
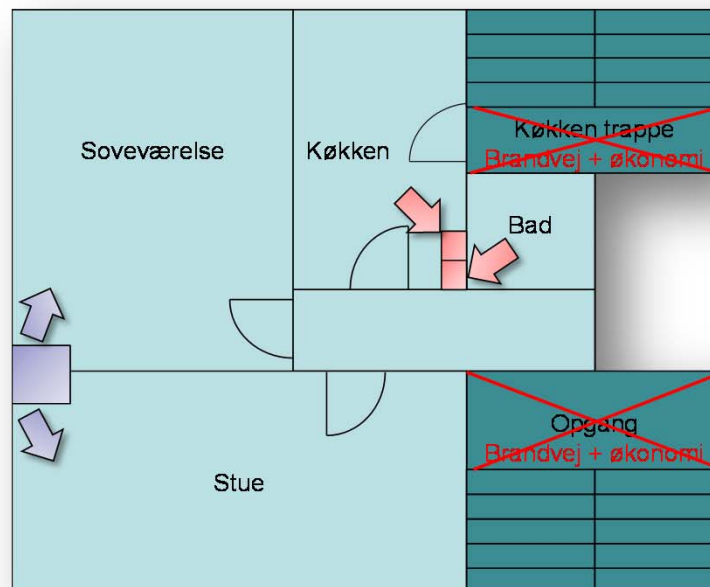
- Fokusområde 1850-1960 (studie 1850-1990)
 - Nørrebro og Vesterbro 1850'erne og frem
 - Østerbro 1880'erne og frem
 - Amagerbro 1890'erne og frem
 - Islands Brygge fra 1905
 - Forstæderne - Byggeriet vokser voldsomt i 1920-1940
- Dimensioneringsgrundlag – 4 til 10 lejligheder pr opgang
 - 2-5 etager + 2 lejligheder pr etage/ opgang (typisk 5 etager i større byer, 2-3 etager i forstæder)
- Mulige løsninger - Centralt og decentralt
 - Økonomisk vurdering + adgangs og lofts forhold + antallet af skorstene / aftræk
 - **Facade og opgangs løsning er ikke rentabelt**
- Barrierer – Ejerskab, forståelse, service, arkitektur, pris
 - 2 indgangsvinkler – Økonomi eller afhjælpning af problem (men beboer er ALTID ind over)
 - Brugerinteraktion og ejerskab er yderst vigtigt for succes (Armaturløsning, træk og støj)
 - Forståeligt konceptmateriale, beregninger og infomøder er nødvendigt for succes herunder;
 - Beboeren skal overbevises - Energiforbrug, indeklime (skimmel) kontra , investering og drift
 - Hårde værdier:
 - Anlægsudgift og finansierings muligheder
 - Driftsomkostninger og vedligeholdes udgifter og plan, Levetid
 - Bløde værdier
 - Byggeperiode, plads ,omfang og gener (støj, støv, adgang)
 - Drift – Bedre indeklime, lavere varmeomkostninger (støj)
 - Serviceaftale er nødvendig for løbende vedligehold og succes – **Overraskende resultat fra RealDania**
- **Barrierer – Absolut største – fremføring af kanaler + placering af aggregat**



Centralt aggregat (før 1920 pga. skorstene) - Udfordringer

- Nem service men varmeregnskab og manglende ejerskab kan være en barriere

- Task 1.1+2 **Indtag og afkast** – stads arkitekt - Arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
- Task 1.3 **Distribution af friskluft** - Ingen aftræk - Nyt kanalsystem (max dybde og placering)- brandvej
Aftræk/skorsten - Eksisterende coatet (sod og tæthed/ brandkrav)
- Task 1.4 **Lydgener** - Indblæsningsarmatur med lyddæmpning
- Task 1.5 **Brandteknisk sikring af løsninger** - Coatning / nem brandsikring af ny løsninger
- Task 1.6 **Minialt energiforbrug** - Strategi for behovsstyring + Lav SFP for aggregat
- Task 1.7 **Aggregat - Adgangsforhold loft** – Maks ydre dimensioner på aggregat/ modul
- Task 2.0 **Ejerskab og indflydelse** – Retningsbestemt armatur
Tilpasning i arkitektur – Indblæsningsarmatur + afkast





Decentralt aggregat (Efter 1900 pga. aftræk) - Udfordringer

- Fair varmeregnskab og godt ejerskab – service kan være en barriere
 - Task 1.1+2 Indtag og afkast – stads arkitekt - Arkitektonisk korrekt afkast (brandkrav på loft)
 - Task 1.3 Distribution af friskluft - Aftræk - Eksisterende coatet (sod og tæthed/ brandkrav)
 - Task 1.4 Lydgener – Nyt aggregat med meget lavt lydniveau
 - Task 1.5 Brandteknisk sikring af løsninger - Coatning
 - Task 1.6 Minialt energiforbrug - Strategi for behovsstyring + Nyt aggregat med højt trykylde
 - Task 1.8 Aggregat - placering - Under loft i gang => max 30cm pga. loftshøjde før 1950 - 270cm
 - Task 2.0 Ejerskab og indflydelse – Aggregat og retningsbestemt armatur
 - Task 2.0 Tilpasning i arkitektur – Indblæsningsarmatur, afkast og nye kanaler

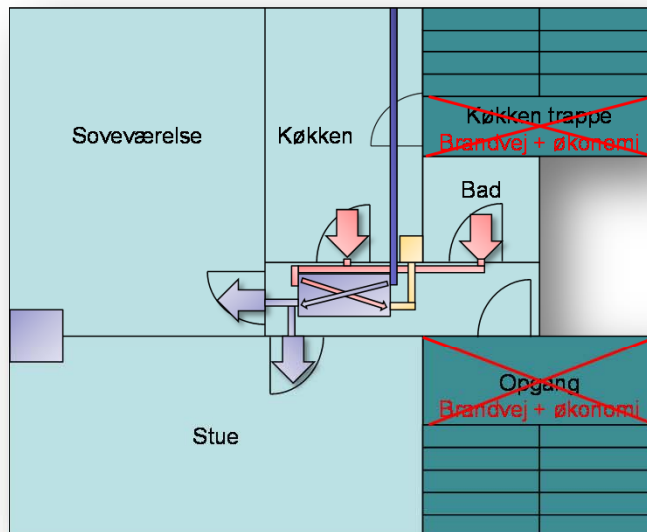


Fig. 1: Løsning 1- Med anvendelse af eksisterende aftræk fra bad til afkast og indtag via eksisterende hul mod gård (fadebur). Løsning til 1900-1920 byggeri, hvor der kun er aftræk fra bad.

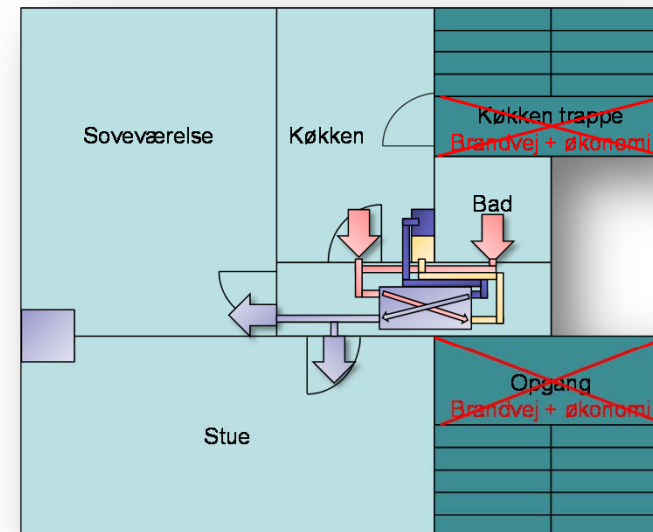


Fig. 2: Løsning 2- Med anvendelse af eksisterende aftræk fra dels køkkenen og bad til hhv. indtag og afkast. Løsning til 1920-1960 byggeri, hvor der typisk er aftræk fra bad og køkken.



Begge aggregater - Udfordringer

- Ikke nok eksisterende kanaler / ingen skorsten – hvad så?

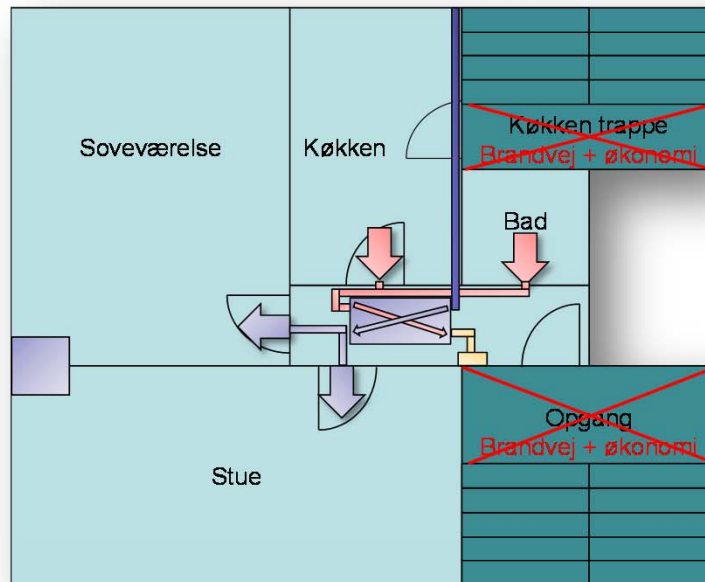


Fig. 1: Illustration af placering af separat kanal i lejlighedens gang.

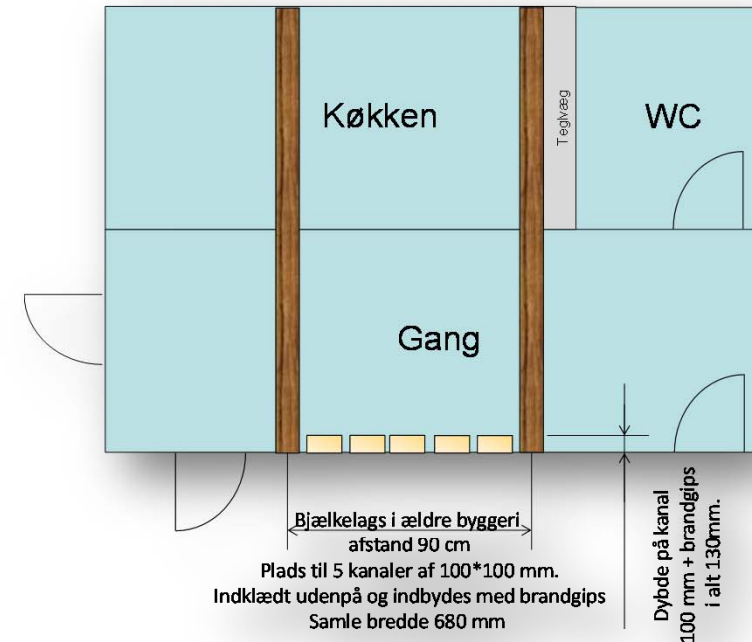


Fig. 2: Illustration der viser gangen i en lejlighed (5. etage) med separate kanaler der forsyner hver sin lejlighed.



1. Udviklede komponenter





Task 1.1+1.2 Arkitektonisk korrekt afkast

- Dimensionerings grundlag
 - Dimensionerende max luftmængde 1260 m³/h (2 opgange af 5 etager)
 - 1800 /1600 cm² friareal i alle lysninger (1,9 / 2,2m/s)
 - Max yder dimensioner = murmål (72*72cm)
 - Skal kunne afskærme slagregn
 - Skal være skalmuret
 - Min 50 mm kondensisolering
 - Barriere; Udfletning på loft



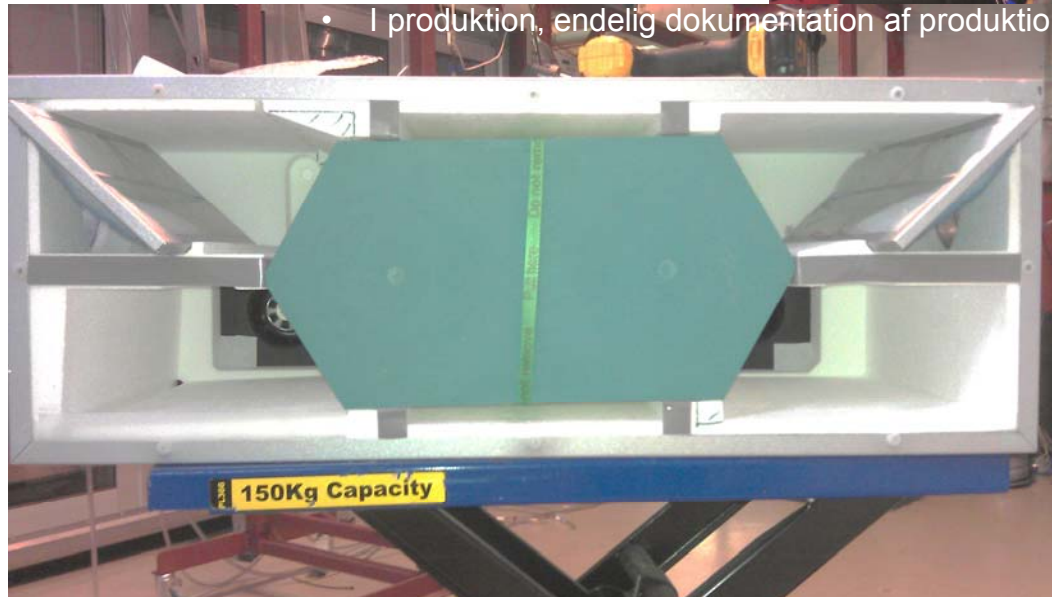
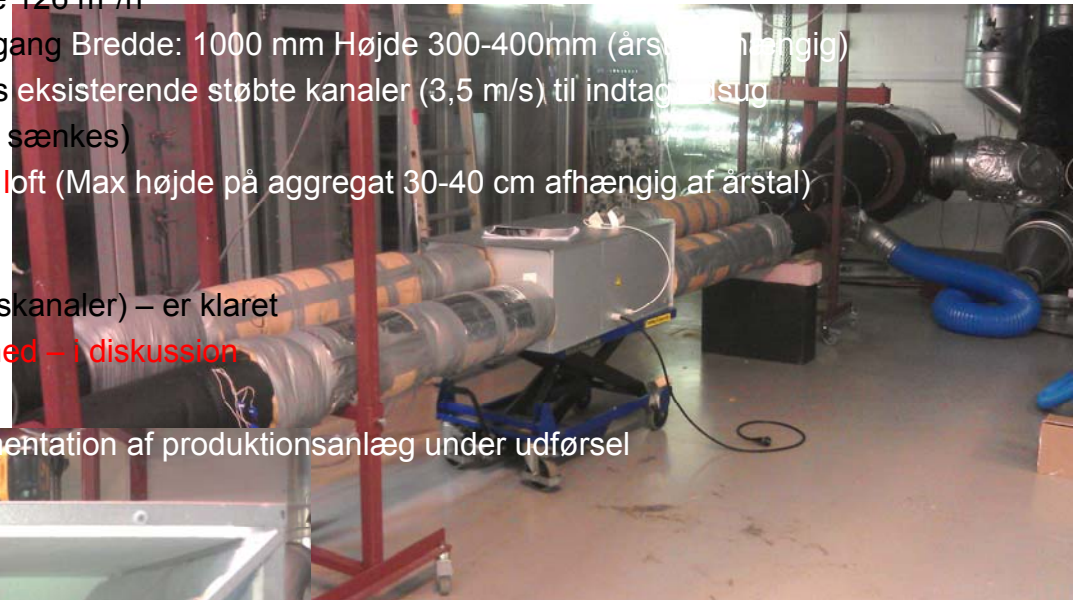


Task 1.8 De-Centralt aggregat - Systemoptimeret

■ Dimensionerings grundlag

Decentral løsning – Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning øger driftsomkostninger og besvær

- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Max dimensioner inkl. service adgang Bredde: 1000 mm Højde 300-400mm (årsvarmepumpe)
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag (sug)
- Gang er fordelingsnøgle (loft skal sænkes)
- Placering i gang over nedsænket loft (Max højde på aggregat 30-40 cm afhængig af årstal)
- Barriere;
 - Brandsikring på loft (aftrækskanaler) – er klaret
 - Brug af plastkanaler i lejlighed – i diskussion
- Status
 - I produktion, endelig dokumentation af produktionsanlæg under udførelse



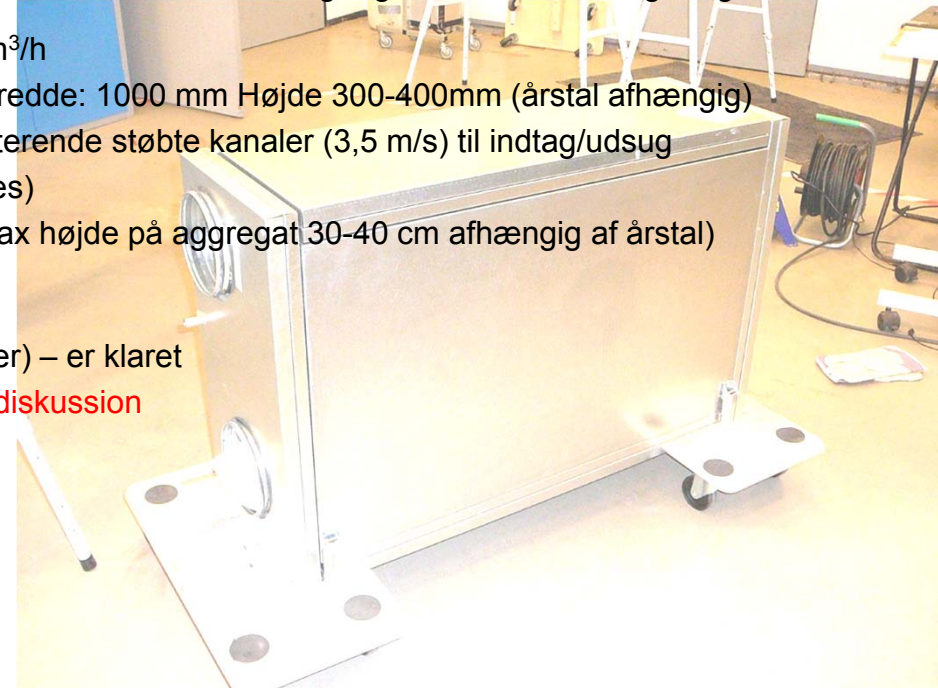


Task 1.8 De-Centralt aggregat – Bred dækkende

■ Dimensionerings grundlag

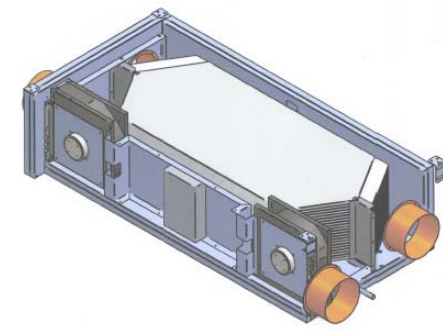
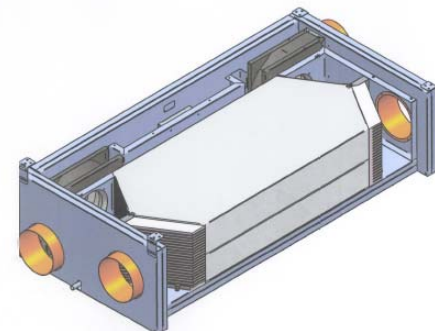
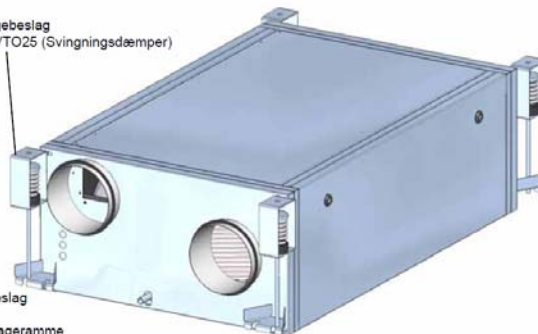
Decentral løsning – Godt ejerskab og interaktion, men serviceordning øger driftsomkostninger og besvær

- Dimensionerede max luftmængde 126 m³/h
- Max dimensioner inkl. service adgang Bredde: 1000 mm Højde 300-400mm (årstal afhængig)
- Optil 126 m³/h (116 m²) anvendes eksisterende støbte kanaler (3,5 m/s) til indtag/udsug
- Gang er fordelingsnøgle (loft skal sænkes)
- Placering i gang over nedsænket loft (Max højde på aggregat 30-40 cm afhængig af årstal)
- Barriere;
 - Brandsikring på loft (aftrækskanaler) – er klaret
 - **Brug af plastikkanaler i lejlighed – i diskussion**



Loftmontagebeslag
AHU-250-VTO25 (Svingningsdæmper)

De 4 loftmontagebeslag
AHU-250-VTO25
fæstnes til loftmøntageramme

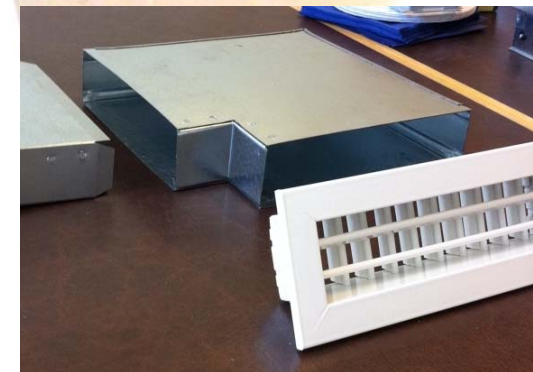
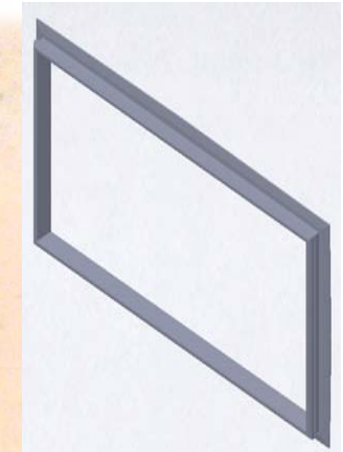




Task 1.3 Kanalsystem + Coating

▪ Kanalsystem - Dimensionerings grundlag

- 126 m³/h pr lejlighed
 - Indvendig samlinger (arkitektonisk og brandmæssigt)
 - Maksimal dybde 100mm + bredde 800mm
 - Muligheder for både hoved og delkanal
 - Placering – i gang langs langsgående vægge (pga. bjælkelag)
- Barriere;
- Samling og tætning
 - Brandsikring i og montage etageadskillelse (ler indskud)
 - Klemkasse
 - Brandisolering med brandgips (min indbygnings areal)

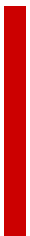




Task 1.3 Kanalsystem + Coating

- **Coatning - Dimensionerings grundlag**
 - **Anvendelse af eksisterende støbte aftrækskanaler og skorstene**
 - **Skal kunne tætn større huller**

 - **Barriere;**
 - **Brandsikring generelt**
 - **Brandsikring af bagstop**
 - **Kemi**

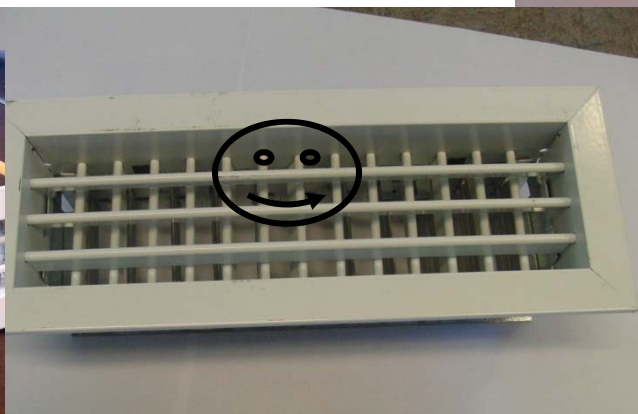
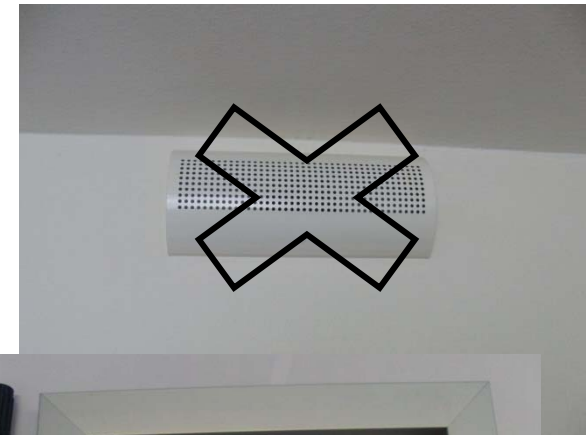




Task 1.3 Armatur

- Coating - Dimensionerings grundlag
 - Arkitektonisk korrekt
 - Retnings bestemt
 - Undgå kuldnefald (god impuls)
 - Lang kaste længde
 - Indbygning svarende til 1stens mål (11*22)

- Barriere;
 - Pris
 - Montage
 - Arkitektur



Task 1.4 Projektering, udførelse og service

■ Projektering

- Guide & Energiløsning (projekteringsværktøj) ift.:
 - Pris
 - Bygnings årstal,
 - Mulige fremføringsmuligheder
 - Beboer sammensætning (service, invenstering mv.)
 - Tilvalg – arkitektonisk afkast, styring mv.

– Center for energibesparelser i bygninger, Guide & Energiløsninger

– Positivlisten for ventilationsanlæg

– FAV og Dansk Ventilation

■ Forståeligt konceptmateriale

– Energiløsning (guide)

■ Bygherre tilsyn (anbefales)

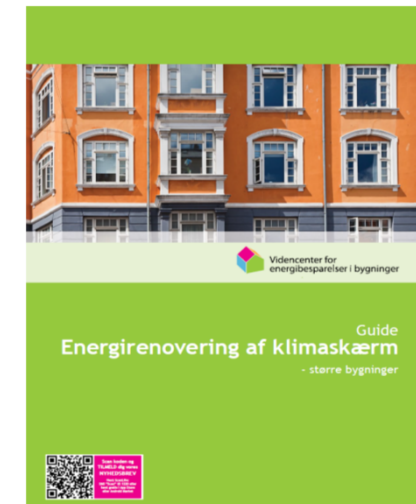
■ Service

– Ny service under Vent-Ordningen

– Udbud af 1 dags kursus til ejendomsfunktionsnære



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Videncenter for energibesparelser i bygninger

About the Knowledge Centre

Søg her...

Løsninger | Værktøjer | Inspiration | Lovgivning | Aktuelt | Brochurer og links | Video | Om Videncentret

FÅ GRATIS VEJLEDNING OM ENERGIBESPARELSER I BYGNINGER

For byggebranchen: tlf. 72 20 22 55

For private tlf. 70 33 37 77

Tilmeld dig nyhedsbrev

Se Videncentrets nye Videosektion

TAG & LOFT
Find anbefalinger til energiforbedringer af tag og loft [her >>](#)

VENTILATION & TÆTNING
Find anbefalinger til ventilation og tætning [her >>](#)

FACADE
Find anbefalinger til energiforbedringer af ydervægge, vinduer og ruder [her >>](#)

VARME-INSTALLATION
Find anbefalinger til energiforbedringer af varmeinstallationer [her >>](#)

GULV & FUNDAMENT
Find anbefalinger til energiforbedringer af gulv og fundament [her >>](#)

BESPARELSES-BEREGRER
Beregn energibesparelser og se effekten af energirenovere et parcelhus [her >>](#)

NYT BR10 VÆRKTØJ
Klik dig til BR10 reglerne ved renovering af enfamiliehuse [her >>](#)

Gregersensvej 1, Bygning 2 2830 Taastrup Telefon 72 20 22 55 info@byggerioenergi.dk Kontakt



Task 1.4 Projektering – Korrekt valg af aggregat

- Aggregatvalg - Ventilationsberegneren (mindre aggregater)
Hjælp til at finde det bedst egnede aggregat til opgaven *som er opmålt korrekt.*

Simpel inddata

Bedste aggregat til opgaven

Bygningsdata

Alle felter skal udfyldes

Nettoboligareal i m² Antal køkkener Antal badeværelser

Antal bryggere Antal særskilte wc-rum

Elpris i kr./kWh Varmepris i kr./kWh

Søg

Sagsdata

Ikke påkrævet, kan udfyldes for at få oplysningerne på rapporten

Sagsreference Oprettelsesdato

Projekterende / installatør Bygherre

Firmaadresse Firmatelefon

Boligens adresse

Bemærk: Samme system kan optræde flere gange med forskellig besparelse. Det skyldes forskellige forudsætninger vedr. tryktab og kan ses på systemets detalj-skema.

Vejledninger: Se vejledninger til beregneren til højre under 'Publikationer'.

Der er fundet 8 kombinationer af ventilationsanlæg og kanalsystemer.

Model	Mindste hovedkanaldimension [mm]	Energibesparelse [kr./år]
Nilan Comfort 300-modstrøm	200	3781
Nilan Comfort 300-modstrøm	200	3699
Geovent BA250_roterende	200	3398
Geovent BA250_roterende	200	3382
Geovent BA250_roterende	160	3365
Genvex GE Energy_2 Automatik: Optima 250	200	3118
Genvex GE Energy_2 Automatik: Optima 250	200	3000
Genvex GE Energy_1 Automatik: Optima 250	200	2970

Medtag store anlæg (Maks. ydelse 3 gange større end luftbehov)





Task 1.4 Projektering – Korrekt valg af aggregat

- Aggregatvalg - Ventilationsberegneren (mindre aggregater)
Hjælp til at finde det bedst egnede aggregat til opgaven *som er opmålt korrekt.*

Anlægget skal dimensioneres, installeres og anvendes i overensstemmelse med leverandørens forskrifter, gældende lovkraft og nærværende dimensioneringsvejledning og installationsvejledning samt kravene nedenfor.
Anlægget skal opfylde de stillede krav til både ventilations-unit og kanalsystem for at blive anbefalet af Elsparefonden.

Bygherre

Sagsreference:
Projekterende / installatør :
Navn på bygherre: Telefon:
Adresse:

Bygning

Adresse:
Boligareal (Nettoareal): 154 m²
Antal badeværelser: 1
Antal særskilte WC-rum: 1
Den arealafhængige udelufttilførsel er 0,35 l/s/m² nettoareal

Anlægsdata

Fabrikat: Nilan
Automatiktype:

Energinøgletal

Varmeforbrug i samme bygning uden mekanisk ventilationsanlæg:	7007 kWh/år
Tilsvarende energiudgift (Varme: 0,72 kr./kWh):	5045 kr./år
Varmeforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	738 kWh/år
Elforbrug med mekanisk ventilation og varmegenvinding:	407 kWh/år
Vægtet energiforbrug (varmeforbrug + 2,5 x elforbrug):	1755 kWh/år
Notat: Vægtet energiforbrug er proportional med anlæggets CO2 belastning iht. Energistyrelsens anvisning.	
Tilsvarende energiudgift (El: 1,8 kr./kWh og varme: 0,72 kr./kWh):	1264 kr./år
Beregnet besparelse i forhold til varmeforbrug med mekanisk ventilationanlæg:	3781 kr./år
SEL=SFP faktor:	862 W/m ³ /s
Luftstrøm:	194,04 m ³ /h

Besparelse

Tør temperaturvirkningsgrad, varmeveksler: 89,5% ved balanceret ventilation og uden udkondensation af fugt.

Elsparefondens anbefaling forudsætter at følgende kanaltrykstabs-krav er overholdt i det anbefalede anlæg.

Maksimalt tilladt tryktab af kanalsystem: 70 Pascal (= trykdiff. over korresponderende studse)

Vejlende maksimal tilladt kanalhastighed: 2 m/s

Vejlende største diameter af hovedkanal: 200 mm

Input til Be06 beregningen af bygningens energiramme:

Bygningens areal:	154 m ²	SEL=SFP faktor:	862 W/m ³ /s
qm, vinter og sommer:	0,35 l/s/m ²	eta, tør varmegenvinding:	0,89

Denne side er genereret med et webbaseret beregningsprogram for energieffektive ventilationsanlæg til nye énfamiliehuse. Applikationen

BE10 data



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

1. Montage





Task 2.1 Prøvemontage

- **Aggregat**

- Prøvemontage i energirenoveret enfamilie bolig i Albertslund
- Formål - Eliminere montage og design problemer

- **Kanaler**

- Prøvemontage i 2 familie ejendom i Vanløse hvor der etableres decentral ventilation
- Formål - Eliminere montage og design problemer





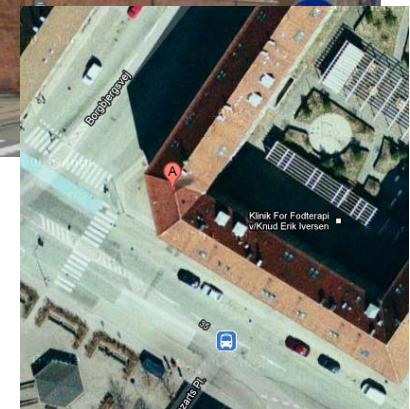
Task 2.2 Etablering i eksisterende ejendom (e)



Afd. 1701 Bøgebakken, 3600 Frederikssund
er opført år 1944-45.



Frederiksholm (Karré 8)
Borgbjergsvej 41- 55 (Karré 8), 2450 København





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Alternativ





**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Alternativ – Fugtstyret udsugning

- EUDP: Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring



Demonstrationsbygning i Harlev (Jylland) med stue og 1. sal (i alt 8 lejligheder)



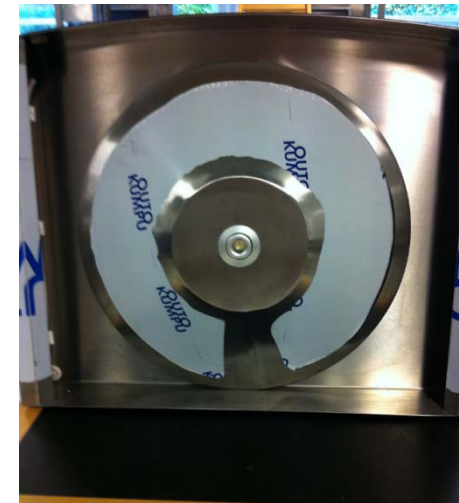
Rikard Zetterlund
Industrial Designer





Alternativ – Fugtstyret udsugning

- **Ny optimeret emhætte til højre med fugtstyret ventil. Kan forceres til 20 liter/s**





Alternativ – Fugtstyret udsugning

- Ny fugtstyret ventil $\varnothing 125\text{mm}$ til emhætte og $\varnothing 100\text{mm}$ til baderum inkl. temperatursensor til forceret sommerventilering





Alternativ – Fugtstyret udsugning

- Bygning:
 - Relativ nem prøvemontage
- Beboere:
 - Generel tilfredshed med fugtstyringssystemet (emhætte + bad).
- Lovgivning:
 - Kun lovligt hvis rentabilitet for varmegenvinding ikke kan opnås
- Investering
 - Investering 7.500 kr/lejlighed
 - Besparelse varme – 2100 kWh/år svarende til 35 kWh/m²/år
 - Besparelse el – 160 kWh/lejlighed/år svarende til 1,7-3,1 kWh/m²/år
 - Besparelse kr. – 2000 kr./årligt/ lejlighed
 - TBT – 4 år
- Tilsvarende løsning med varmegenvinding
 - Besparelse varme – 4350 kWh/år
 - Besparelse el – 185 kWh/lejlighed/år
 - Besparelse kr. – 3800 kr./årligt/ lejlighed
 - TBT – 10 år (forhåbentligt)



Bilag 28 Artikel til HVAC bladet

TIL HVAC:

Behovsbaseret boligventilation med fugtstyring

8 lejligheder i etagebyggeri i Harlev J med kontroludsugning har i næsten et år kørt med behovsbaseret udsugning med fugtstyring. Energibesparelsen ligger på ca. 30 kWh/m² gulvareal. Beboerne er tilfredse med løsningen. Løsningen kan umiddelbart overholde BR2010; men peger også på muligheder til kommende krav til BR2015/BR2020. Projektet er finansieret af EUDP (j. nr. 64011 – 0035).

Projektdeltagere:

Christian Drivsholm (CD), Senioringeniør, Teknologisk Institut, projektansvarlig

Michael Bach Holck (MBH), Ingeniør, Alectia A/S (tidligere Lokalenergi), tidligere faglig projektleder

Claus Götke, Ingeniør (CG), Lokalenergi, nuværende faglig projektleder

Hans P Olsen (HPO), Senioringeniør, Teknologisk Institut

Per T Jespersen (PTJ), Ingeniør, Teknologisk Institut

Niels Schöndel (NS), Senioringeniør, tidligere Øland A/S








Torben Kjelsmark (TK), Ingeniør, Danklima A/S

Michael Købgaard (MK), Salgschef, Dominus A/S

Christian Klitgaard (CK), Teknisk chef, Thermex Scandinavia A/S

Steen Thomsen (ST), chef, Brabrand Boligforening

Rikard Zetterlund (RZ), Industriel Designer, Loopic ApS

 CD	 CK	 CG	 HO	 MK	 NS	 PTJ
---	---	---	---	--	---	--

Indledning

En meget stor del af energiforbruget anvendes i dag i bygninger. Dette energiforbrug skal over de kommende 30 – 40 år reduceres væsentlig, hvis målsætningen om et Danmark med en energiforsyning dækket af vedvarende energi skal realiseres på en omkostningseffektiv måde. Bygninger har en lang levetid, og mange af de bygninger, som findes i dag, er etableret for mere end 50 år siden. Den lange levetid og den beskedne nedrivning af eksisterende bygninger betyder også, at de nuværende bygninger vil udgøre en meget stor del af det samlede bygningsareal i 2050. Behovet for at reducere energiforbruget i bygninger kan derfor kun nås gennem omfattende energirenoveringer af eksisterende bygninger. Der er et stort potentiale for energibesparelser i

den eksisterende bygningsmasse, og det vil også ud fra klimamæssige, samfundsmæssige, erhvervsmæssige og økonomiske hensyn være centralt, at dette potentiale indfries. En mulighed er krav om energieffektivitet i eksisterende bygninger; men det vil i mange henseender kræve forskning, udvikling og demonstration af nye energireoveringsløsninger. Herforuden finansiering af energireoveringer og sikkerhed for beregninger og effekter. Potentielle indeklimaproblemer ved energireovering er undersøgt i rapport udarbejdet for Energistyrelsen 2012/2013 med baggrund i mange konsultationer. Et vigtigt aspekt som ikke må negligeres.

Dette projekt tager udgangspunkt i den nye bestemmelse i BR2010 omhandlende muligheden for behovsstyring af ventilationen i etageboliger med eksisterende kontroludsugning i køkken og badeværelse, dvs. reovering med energibesparelser for øje. Det var en målsætning, at den simple tilbagebetalingstid TBT helst skulle være under 7 år selvom BR2010 siger omkring 11 år. I nogle tilfælde fx i forbindelse med en større energireovering, hvor flere tiltag udføres i samme reoveringspakke vil det nok være fordelagtigt (mest fornuftigt) at etablere balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding. Den relative korte TBT sætter ret snævre grænser for niveauet af reovering og styring (komponenter og installationsarbejde). Den valgte løsning i projektet er styring efter den relative luftfugtighed i udsugningsluften. Herforuden er der udviklet en optimeret emhætte med flot design og udsugningseffektivitet på omkring 90 % ved 20 liter/s.

Valg af set-punkter for relativ luftfugtighed og lufttemperatur

Normalt vil der opleves få problemer, når den relative luftfugtighed holdes mellem 30 % og 70 % under antagelse af, at kondensering ikke finder sted^{1}

Om vinteren, hvor der typisk er stor forskel mellem inde- og udeluftens fugtindhold, kan rumluftens fugtindhold reduceres med ventilation, mens det er vanskeligere i overgangsperioderne forår og efterår. Udeluftbehovet for nedbringelse af rumluftens fugtighed fra et givet niveau er således mindre om vinteren end i overgangsperioderne. Om sommeren, hvor boligens døre og vinduer ofte er åbne både hyppigt og i længere perioder, vil rumluftens fugtindhold være på niveau med udeluftens.

Områder med høj fugtighed kan rumme betingelser for svampevækst, der kan fremkalde lugtgener og allergitilfælde. Svampesporer og husstøvmider kan forårsage allergiske symptomer hos overfølsomme personer. Husstøvmider forekommer især i boliger, hvor rumluftens vanddampindhold er højere end ca. 7 gram vand pr. tør kg luft. 7 gram vand pr. kg tør luft svarer til ca. 45 % relativ fugtighed ved 20 – 22 grader C. Det anbefales derfor, at rumluftens relative fugtighed holdes under ca. 65 % for at hæmme svampevækst og under ca. 45 % i en længere periode i den koldeste tid for at bekæmpe husstøvmider^{2}

For høj rumtemperatur skal primært imødegås ved brug af solafskærmning og afskygning ved reduktion af interne varmebelastninger samt ved frikøling.

I dette projekt er der valgt følgende set-punkter for relativ luftfugtighed og lufttemperatur:

RF% {45, 55, 60, 65}

T°C {off, 22, 24, 26}

Det gælder både for kontroludsug i badeværelset og emhætteudsug. Ventilen kan generelt kun køre i to positioner: Minimum- og maksimumposition.

Det vil være muligt, at programmere ventilen til andre set- punkter end de ovenfor listede muligheder.

Hvis set-punkt for den relative luftfugtighed sættes for lavt, vil ventilationen køre i længere periode på maksimum og energibesparelsen vil blive mindre. Ligeså hvis set-punktet for den relative luftfugtighed sættes for højt opnås stor energibesparelse; men risikoen for kondensproblemer øges.

Om sommeren vil den relative luftfugtighed ofte være højere end 55 % også vil ventilationen køre på maksimum; men i denne periode er opvarmningsanlægget ofte frakoblet og der er således kun et forøget elforbrug.

Det har ikke været muligt, at udtænke en avanceret strategi, som dynamisk tager hensyn til udeklimaets variation henover året indenfor de økonomiske rammer i projektet.

En studietur til Malmø i Sverige viste et boligbyggeri, hvor strategien var den samme som i dette projekt. Her blev dog udeluftventilers åbningsgrad styret af den relative luftfugtighed.

Formål

Det var projektets formål at udvikle et modulært system af fugtstyrede kontrolventiler, energieffektive emhætter og styringssystemer til boliger og hoteller.

Systemet skal være modulopbygget og hvert modul skal kunne anvendes individuelt i den eksisterende bygningsmasse. Det skal således være muligt for boligforeninger m.v. etapevis at kunne anvende de fugtstyrede ventiler ved badeværelsesrenoveringer, senere kan nye emhætter monteres ved renovering af køkkener og automatik til tagventilatorerne kan monteres før, under eller efter renoveringerne eller i forbindelse med at ventilatoren skal udskiftes.

Den fugtstyrede kontrolventil skal designes til drift uafhængigt af det øvrige udsugningsanlæg, den skal være energieffektiv og robust.

Det er målet at produkterne skal være så prisbillige, at energibesparelserne kan finansiere udskiftning til nye ventiler, emhætter og automatik på få år

Den fugtstyrede udsugningsventil designes og testes i første omgang uafhængigt af det øvrige system under kontrollerede laboratorieforhold.

Der skal endvidere udvikles et nyt design for udsugningseffektive emhætter i samarbejde med industriel designer, producent og brugere, for herigennem at kunne reducere den luftmængde der er brug for, til at opfange em fra madlavningen mv.

Ved at udvikle en ny udsugningseffektiv emhætte vil elforbruget til ventilatordrift og varmekonsumet til opvarmning af erstatningsluft kunne reduceres væsentligt. Der vil blive fokuseret meget på udsugningseffektivitet, fugtstyring og robusthed samt rengøringsvenligt fedtfilter.

Målet er en udsugningseffektivitet på mindst 90 % ved en udsuget luftmængde på 20 liter/s. Herved kan den eksisterende uheldige praksis med forceret ventilation på omkring 40 liter/s helt undgås. I flere tilfælde ved uheldig udformet emhætte rækker selv 40 liter/s ikke til opnåelse af acceptabel udsugningseffektivitet.

Der skal udvikles ny og simpel standardautomatik til styring af ventilatoren til brug for optimalt samspil med de fugtstyrede ventiler og emhætter.

Ved de meget varierende luftmængder, stilles der krav til en ny trykstyringsmetode, som tilpasses luftmængderne.

I tæt samarbejde med boligforeningen udvælges repræsentative familier og etageboliger.

Det er projektets hensigt at forsyne myndigheder med dokumentation og argumentation for derigennem at ændre lovgivningen således, at der kan anvendes mere energieffektive løsninger i den eksisterende og i ny bygningsmasse. Materialet kan anvendes af Erhvervs- og Byggestyrelsen (som grundlag for revision af BR2015 og BR2020 angående behovsstyring) samt som standardløsninger til "Videncenter for Energibesparelser i byggeriet".

De implicerede firmaer vil starte en serieproduktion, prissætte de enkelte komponenter og markedsføre produkterne og de realiserede besparelser kan fx blive indberettet til Energistyrelsen gennem forsyningssekskabernes tilskrivningsret.

Udvalgte resultater

Til referencemåling blev det eksisterende kontroludsugningsanlæg gennemgået. Fedtfiltere i emhætterne blev udskiftet med nye fedtfiltere og anlægget blev indreguleret på ny. En lang måleperiode blev gennemført med denne opsætning, idet følgende ting blev målt pr. lejlighed og på loft:

- Relativ luftfugtighed og lufttemperatur i køkken
- Relativ luftfugtighed og lufttemperatur i soveværelse
- Relativ luftfugtighed og lufttemperatur på badeværelse
- Hovedluftmængde på loft
- Statisk tryk i hovedkanal 3 forskellige steder

- Effekt til udsugningsventilator

Kontroludsugningsanlægget med nye emhætter og fugtstyrede kontrolventiler fulgte samme måleopsætning.

Hovedluftmængden kunne variere fra godt 100 liter/s og op til godt 300 liter/s.

Med passende mellemrum blev beboerne interviewet med hensyn til oplevelse af indeklimaet, funktionalitet af emhætte m.m.

På en udvalgt kurve ses det, at volumenstrømmen er faldende fra august til november 2013, dette skyldes, at udetemperaturen falder og derved den relative fugtighed inde i bygningen. Der er derfor ikke brug for den samme ventilation for at ventilere fugtighed ud af bygningen, og de fugtstyrede ventiler lukker mere og mere ned til et minimum.

Ud fra forudsætningen at der bruges 130 kWh pr. l/s pr. år, hvis udeluften opvarmes til 20 °C, kan varmebesparelsen beregnes.

Varmebesparelsen vil på baggrund af ovenstående i den pågældende bygning blive ca. 22.000 kWh pr. år.

Besparelsen svarer til, at energiforbruget til opvarmning i bygningen bliver sænket med ca. 32 kWh/m².

Hvis disse resultater overføres til energimærkningskalaen, hvor der ca. er 25 kWh/m² mellem hver skalaværdi, kan bygninger med centraludsug, som får monteret fugtstyret boligventilation, sandsynligvis forbedre bygningens energimærke med et skalatrin.

Elbesparelsen er beregnet til ca. 700 kWh/år på centralventilatoren.

Rapporten indeholder mange måledata; men yderligere data er tilgængelig med henblik på detaljeret undersøgelse af relativ luftfugtighed og lufttemperatur i lejlighederne.

Det nye set-up bliver siddende i lejlighederne. Herved kan systemets robusthed og pålidelighed testes og vurderes.



Demonstrationsbygning (etagebyggeri med 8 boliger). Der er 4 lejligheder på omkring 72 m² og 4 lejligheder på omkring 91 m².



Demonstrationsbygning (etagebyggeri med 8 boliger).



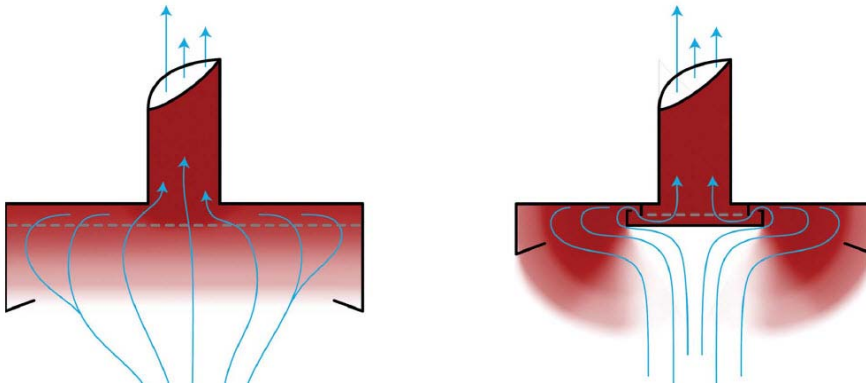
Installeret ny prototype emhætte.



Installeret ny prototype emhætte med lyset tændt. Den anden knap på emhætten kan forcere ventilen til maksimum position.



Opbygning af prototype emhætte. Fedtfilter anes på det højre billede.



Principtegning af strømningsbillede i volumenemhætte (tv) og optimeret emhætte. De indvendige flanger (reflektorer) er essentielle for opnåelse af den høje udsugningseffektivitet på omkring 90 %.



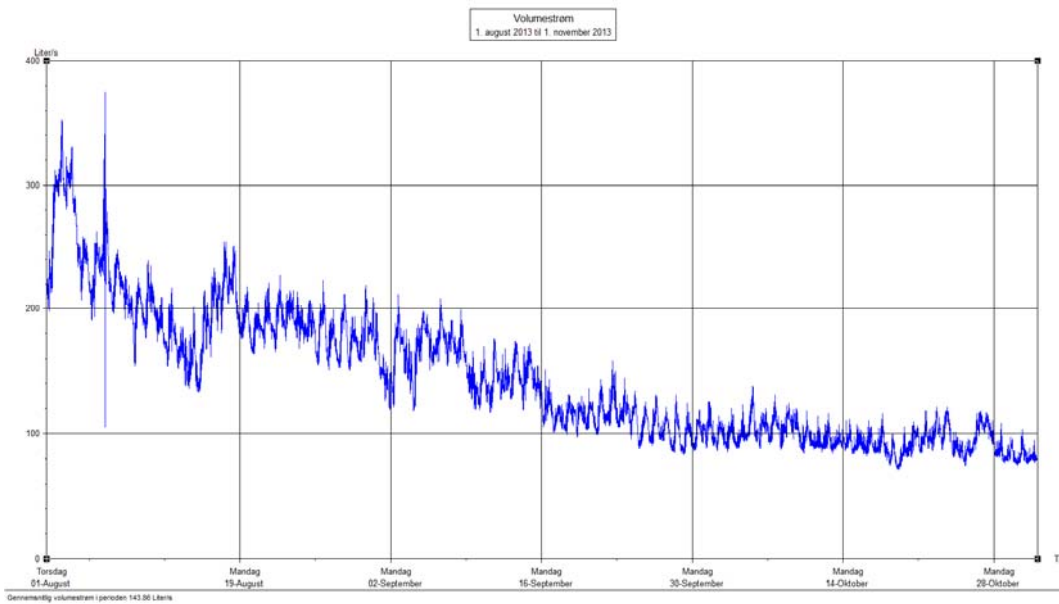
Billede af ny fugtstyret ventil set fra bagsiden.



Billede af ny fugtstyret ventil.



Billede af ledningsføring og adapter.



Udvalgt kurve over hovedluftmængdens variation fra sommer til efterår.

{1} DS/CEN/CR 1752 (2001-08-22): "Ventilation i bygninger – Projekteringskriterier for indeklimaet".

{2} DS 447 (2013-02-07): "Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer".

**BEHOVSSTYRD VENTILATION I NYBYGGDA FLERBOSTADSHUS –
TEKNISK FUNKTION OCH BRUKARSYNPUNKTER. RESULTAT FRÅN EN
TEKNIKUPPHANDLING.**

2009-03-30

Åke Blomsterberg, WSP Environmental, Malmö



1. SAMMANFATTNING.....	4
1.1 BAKGRUND.....	4
1.2 PROJEKTETS SYFTE	4
1.3 BEHOVSANPASSAD VENTILATION I BOSTÄDER – NORMKRAV OCH MÖJLIGHETER	5
1.4 GENOMFÖRANDE	5
1.5 RESULTAT FRÅN UTVÄRDERING AV TÄVLINGSFÖRSLAG	6
1.6 RESULTAT FRÅN UTVÄRDERING I TVÅ PROVLÄGENHETER	8
1.7 RESULTAT FRÅN FULLSKALEFÖRSÖK I PROVHUS	8
1.8 SLUTSATSER FRÅN TEKNIKUPPHANDLINGEN	9
1.9 SLUTSATSER FRÅN FULLSKALEFÖRSÖK	10
1.10 SLUTSATSER OM BEHOVSTYRNING AV VENTILATION	10
2. INLEDNING	13
2.1 BAKGRUND.....	13
2.2 SYFTE	13
2.3 GENOMFÖRANDE	14
3. BEHOVSANPASSAD VENTILATION I BOSTÄDER.....	16
3.1 NORMKRAV	16
3.2 VENTILATIONSFLÖDE VID BEHOVSANPASSNING	18
3.2.1 Erfarenheter från ett allergikeranpassat flerbostadshus -Sundbo	19
3.2.2 Resultat från samtal med Boverket	23
3.3 KONSEKVENSER FÖR ENERGIANVÄNDNING	24
4. BESKRIVNING AV TEKNIKUPPHANDLINGEN	26
4.1 GENOMFÖRANDE	26
4.2 KRAVSPECIFIKATION	27
5. TEKNIKTÄVLINGEN	31
5.1 BESKRIVNING AV FÖRSLAGEN	31
5.2 KOMPONENTPROVNING	36
5.2.1 Metod för komponentprovning.....	36
5.2.2 Resultat för ventilkonvektorer	37
5.2.3 Resultat för givare.....	38
5.3 BERÄKNINGAR AV ENERGI OCH INNEKLIMAT	38
5.3.1 Metoder för beräkningar.....	38
5.3.2 Resultat	39
5.4 BERÄKNINGAR AV KOSTNADER	46
5.4.1 Metod för beräkning av livscykelkostnader	46
5.4.2 Resultat från kostnadsberäkningar	47
5.5 SAMMANFATTNING AV GRANSKNING AV TÄVLINGSFÖRSLAG.....	47
5.6 ERFARENHETER	50
6. MÄTNING OCH UTVÄRDERING I PROVLÄGENHET	51
6.1 MÄT- OCH UTVÄRDERINGSPROGRAM FÖR PROVLÄGENHET	51
6.1.1 Syfte.....	51
6.1.2 Genomförande.....	51
6.1.3 Mätparametrar.....	54
6.1.4 Utvärdering.....	55
6.2 RESULTAT FÖR PROVLÄGENHET MED FÖRSLAG 1	55
6.3 RESULTAT FÖR PROVLÄGENHET MED FÖRSLAG 5	62
6.4 SLUTSATSER	67
7. INSTALLATION I PROVHUS	68
8. UPPFÖLJNING OCH UTVÄRDERING I PROVHUS.....	72
8.1 PROGRAM FÖR MÄTNING OCH UTVÄRDERING AV BEHOVSTYRD VENTILATION I PROVHUS	72
8.1.1 Syfte.....	72
8.1.2 Mät- och utvärderingsförberedelser under projekterings- och entreprenadskedet	72
8.1.3 Genomförande.....	72
8.1.4 Mätparametrar.....	73
8.1.5 Utvärdering.....	75

8.1.6	<i>Rapportering</i>	75
8.2	RESULTAT AV UPPFÖLJNINGEN	75
8.3	METOD FÖR BRUKARUNDERSÖKNING OCH PROBLEMINVENTERING	78
8.4	UPPLEVD INNEMILJÖ ANDRA UPPVÄRMNINGSSÄSONGEN – BEHOVSTYRNINGEN FUNGERADE INTE SOM TÄNKT 80	
8.5	RESULTAT FRÅN PROBLEMINVENTERINGEN.....	85
8.6	SLUTSATSER.....	87
8.6.1	<i>Behovsstyrd ventilation</i>	87
8.6.2	<i>Boendeundersökningarna</i>	87
9.	SLUTSATSER	90
10.	REFERENSER	93
11.	BILAGOR	94
11.1	FÖRESKRIFTER FÖR TEKNIKTÄVLING.....	94
11.1.1	<i>Projektets syfte</i>	94
11.1.2	<i>Genomförande</i>	95
11.1.3	<i>Tävlingens art</i>	96
11.1.4	<i>Varför delta i tävlingen ?</i>	96
11.1.5	<i>Övriga tävlingsförutsättningar</i>	96
11.1.6	<i>Tillhandahållande av tävlingsunderlag</i>	97
11.1.7	<i>Förteckning över tävlingsunderlag</i>	97
11.1.8	<i>Kompletterande tävlingsunderlag</i>	97
11.1.9	<i>Tävlingsförslagets form och innehåll</i>	98
11.1.10	<i>Tävlingstider</i>	98
11.1.11	<i>Adressering</i>	98
11.1.12	<i>Utvärdering av tävlingsförslag och testobjekt</i>	99
11.1.13	<i>Värderingsgrunder vid prövning av tävlingsförslag</i>	99
11.2	ÖVERSIKTLIG TIDSPLAN	100
11.3	OBJEKTBESKRIVNING	100
11.3.1	<i>Allmänt</i>	100
11.3.2	<i>Referenshus</i>	100
11.3.3	<i>Dimensionerande data</i>	102
11.3.4	<i>Randvillkor</i>	103
11.3.5	<i>Indata ENORM 1000 version 1.02</i>	105
11.4	KRAVSPECIFIKATION.....	107
11.4.1	<i>Allmänt</i>	107
11.4.2	<i>Förutsättningar</i>	107
11.4.3	<i>Byggnad</i>	107
11.4.4	<i>Dimensionerande data</i>	107
11.4.5	<i>Övergripande krav på de ventilationstekniska lösningarna</i>	108
11.4.6	<i>Inneklimatparametrar</i>	108
11.4.7	<i>Energieffektivitet</i>	110
11.4.8	<i>Systemstabilitet</i>	111
11.4.9	<i>Systemflexibilitet</i>	111
11.4.10	<i>Drift och underhåll</i>	112
11.4.11	<i>Kretsloppsanpassade lösningar</i>	113
11.4.12	<i>Kostnader</i>	113
11.5	BERÄKNING AV KOSTNADER	113
11.5.1	<i>Beräkningsmodell</i>	113
11.5.2	<i>Indata till kostnadsberäkningar</i>	113
11.5.3	<i>Redovisning av beräknade kostnader</i>	114
11.6	CHECKLISTA FÖR REDOVISNING AV TÄVLINGFÖRSLAG.....	119
11.7	PROGRAM FÖR KOMPONENTPROVNING	119
11.7.1	<i>Allmänt</i>	119
11.7.2	<i>Komponentprovningar</i>	119

1. SAMMANFATTNING

1.1 Bakgrund

Moderna flerbostadshus har som regel mekanisk ventilation med ett ventilationsflöde som i det närmaste är konstant över tiden och oberoende av variationer i belastningen i form av fukt, lukt, matos, antalet personer m.m. i bostaden. De flesta lägenheterna har dock möjlighet att öka ventilationsflödet i köket vid t.ex. matlagning.

Kraven på luftkvaliteten i bostäder har ökat, dessutom finns exempel på hus där andel boende med bostadsrelaterade hälsobesvär är högre än normalt s.k. sjuka hus. Våtrumsvanorna har ändrats t.ex. har fuktbelastningen i badrum ökat pga. ökad duschfrekvens och installation av tvättmaskin.

Ett sätt att förbättra funktionen hos ventilationen bl.a. med avseende på den ökade fuktbelastningen och samtidigt förenkla ventilationssystemet, utan att öka energianvändningen eller t.o.m. sänka energianvändningen, vore att behovsstyra ventilationen i framtida bostäder. Med förenkling av ventilationssystemet menas här att t.ex. när så medges inte installera någon värmeåtervinning. En utveckling av system för behovsstyrd ventilation initierades därför 1998 av JM (såsom representant för byggherregruppen inom Hammarby Sjöstad), Statens Energimyndighet och LIP-kansliet vid Stockholms Stad, i form av en teknikupphandling. Komponenter, som var tänkbara för behovsstyrd ventilation fanns vid projektets start, men det saknades erfarenheter av avancerade och flexibla ventilationslösningar för bostäder. Efter framförallt Energimyndighetens önskemål utformades en teknikupphandling av behovsstyrd ventilation så att den inte föreskrev någon specifik systemlösning, utan byggde på att ett antal noga specificerade funktionskrav skulle uppfyllas. Sålunda gavs t ex samma möjligheter för F-, FT- och FTX-ventilation att delta.

1.2 Projektets syfte

Avsikten med teknikupphandlingen var att initiera en utveckling av nya systemlösningar för behovsstyrd ventilation i flerbostadshus. Möjligheten till framtida IT-tillämpningar och integrering med ”intelligenta hus” skulle beaktas. Till grund för projektet låg gällande normkrav samt brukarkrav från boende och förvaltare. Projektet syftade till lösningar som kan integreras med andra system och komponenter av olika fabrikat.

De tekniska lösningarna skulle präglas av en helhetssyn med inriktning mot totalfunktionen, vilket inbegriper alla berörda teknikområden dvs. ventilation, inneklimat, byggnadsteknik, miljö, drift och underhåll m. m. Härvid skulle bl. a. krav beaktas, som gäller energieffektivitet, servicevänlighet, robusta system, totalekonomi (livscykelkostnader) och nöjda hyresgäster.

Projektet inriktades på nybyggnader varvid avsikten var att vinnande förslag skulle installeras, prövas och utvärderas i testobjekt.

Om de presenterade systemlösningarna också visade sig vara intressanta för befintliga flerbostadshus, var avsikten att i ett anslutande projekt vidareutveckla och anpassa resultaten även för detta byggnadsbestånd.

1.3 Behovsanpassad ventilation i bostäder – normkrav och möjligheter

Normkrav på luftkvalitet och ventilation i bostäder finns framförallt i Boverkets Byggregler. Kraven på ventilationssystemet omfattar ett minsta erforderligt uteluftsflöde, att föroreningar skall föras bort, samt råd angående en minsta luftutbyteseffektivitet. Uteluftsflödet skall vara lägst 0.35 l/s per m² golvyta under den tid då rummen används. Under övrig tid får reduktion ske förutsatt att hälsorisker inte uppstår eller att skador inte uppstår, varken på byggnaden eller dess installationer. I äldre BBR anges även råd om storleken på frånluftsflöde från olika utrymmen för att uppfylla kravet på att föroreningar ska föras bort. Nuvarande BBR från 2006, som infördes efter denna teknikupphandling, har inga sådana råd.

I BBR anges krav på ventilationens funktion men inga råd anges om varken storleken på uteluftsflödet eller frånluftsflödena vid reduktion av luftväxlingen då rummen inte används, dvs. i princip vid behovsanpassad ventilation. I nuvarande BBR från 2006 anges att uteluftsflödet inte får bli lägre än 0,10 l/s per m² golvarea då ingen vistas i bostaden.

Erfarenheter från studier i bl.a. ett allergikeranpassat flerbostadshus visar att åtgärder för att uppnå låga emissioner av föroreningar från ytmaterial kan möjliggöra att ventilationsflödet sänks. Det är dock svårt att bestämma hur mycket ventilationsflödet kan reduceras när ingen är hemma. Vid dimensionering av luftflödet är det viktigt att utgå från de aktuella behoven för att uppnå ett optimalt inneklimat. Fukthalten i våtrum kan bli dimensionerande, vilket kan lösas med forcering av ventilationsflödet. För att låga ventilationsflöden skall vara tillräckliga, måste först emissioner från byggnaden, möbler mm vara tillräckligt låga. Lägre luftflöden gör det dessutom lättare att uppfylla andra krav t.ex. på minsta relativ luftfuktighet och låg energianvändning.

Energianvändningen för uppvärmning och för drift av fläktar minskar vanligen med minskande ventilationsflöde. Ett rimligt antagande är att ventilationen i en trerumslägenhet med en familj på 4 personer kan sänkas från 0,35 l/sm² (0,5 oms/h) till 0,10 l/sm² (0,15 oms/h) under 8 timmar per dag måndag till fredag dvs. ett rimligt antagande på tid när ingen vistas i lägenheten. Detta innebär en minskning av ventilation under 2184 h under ett helt år, vilket innebär en sänkning från en kontinuerlig ventilation på 0,35 l/sm² (0,5 oms/h) till en medelventilation på 0,28 l/sm² (0,4 oms/h). Denna sänkning medför för en lägenhet (utan värmeåtervinning) i Stockholm att ventilationsförlusterna reduceras med ca 20 % eller 10 kWh/m²år och att elanvändningen för ventilation reduceras med ca 25 % om fläkten regleras med en frekvensomvandlare.

1.4 Genomförande

Projektet har drivits av WSP (tidigare J&W), som till sitt förfogande har haft dels en styrgrupp med representanter från Energimyndigheten och LIP-kansliet vid Stockholms stad, dels en beställargrupp med ett antal byggherrar (JM AB, LKF AB, PEAB Öst AB, AB Gavlegårdarna, AB Svenska Bostäder, NCC AB), samt Boverket.

Teknikupphandlingen avser ett komplett ventilationssystem utfört för behovsstyrning. Genomförandet var tänkt att ske i tre steg :

1. Tekniktävling med utvärdering baserad på teoretiska beräkningar och laboratorieprovningar av utvalda komponenters prestanda.
2. Installation av vinnande förslag i ett nybyggt flerbostadshus

3. Uppföljning och utvärdering med besiktningar, mätningar och insamling av driftserfarenheter under ett år från boende och driftspersonal.

I verkligheten infördes ett extra steg mellan steg 1 och 2, nämligen provning under tre månader i provlägenheter.

Teknikupphandlingen genomfördes under tidsperioden 1998 – 2007:

- Tekniktävling under 1998-2000
- Provning i provlägenhet under 2000-2001
- Installation i provhus under 2001-2003
- Uppföljning i provhus under 2004-2007.

Arbetet med tekniktävlingen har inneburit att ett förfrågningsunderlag med en detaljerad kravspecifikation, en modell för beräkning av livscykelkostnader, ett program för komponentprovning och ett program för teoretiska beräkningar har utarbetats. Det övergripande syftet med kravspecifikationen var att säkerställa en totalfunktion dvs. ett väl fungerande system. Funktionskraven omfattar flera olika områden: inneklimat, energieffektivitet, systemstabilitet, systemflexibilitet, drift och underhåll, kretsloppsanpassade lösningar och kostnader. Det finns krav dels på generell nivå t. ex. robusthet, estetik, dels specifika krav t. ex. luftflöden. För de flesta parametrarna finns både skall- och börkrav. Skallkraven måste uppfyllas och önskvärt är att även börkrav uppfylls.

Inför installationen i provlägenheter sammanställdes ett mät- och utvärderingsprogram, vilket även gjordes inför installationen i provhus, ett nybyggt flerbostadshus.

1.5 Resultat från utvärdering av tävlingsförslag

Av sju inkomna förslag föll fyra bort i ett tidigt skede beroende på ofullständiga tekniska beskrivningar av förslagen m.m.. De tre återstående förslagen innebär alla mekanisk frånluftsventilation med förvärmning av uteluften vid fasaden, förslag 1 och 7 har en central fläkt med frånluftsvärmepump, medan förslag 5 har en fläkt för varje lägenhet och saknar värmeåtervinning. Förslag 1 och 5 förvärmer uteluften med ventilkonvektor, medan förslag 7 förvärmer med tilluftsradiaator.

De tre förslagen möjliggör behovsstyrning av ventilationen så att min. luftflöde av 0.1 l/s, m² kan erhållas då lägenheten är tom s.k. bortaventilation. Detaljer skiljer sig mellan de olika systemen men principen är att lägsta luftflödet kan erhållas då lägenheten är helt tom. Dessutom möjliggörs forcerad ventilation, utöver hemmaventilationen på 0,35 l/sm². Inget av systemen har helt individuell styrning av ventilationen i varje enskilt rum.

Systemen har följande utmärkande drag som är av betydelse för framförallt energianvändningen:

	Förslag 1	Förslag 5	Förslag 7
Frånluftsventilation med utsug från våtrum och kök	x	x	x
Behovsstyrning ventilation, hemmaventilation resp. bortaventilation (0,35 resp. 0,10 l/sm ²)	x	x	x
Behovsstyrning ventilation, forcering	x ¹⁾	x ²⁾	x ³⁾
Frånluftvärmepump	x		x
Bättre fönster än standard		x	
Minskning av ventilation vid extrem kyla		x	
Uppskattat SFP-värde fläktar (kW/m ³ /s)	1.0	0.5	1.0
Förvärmning av uteluft	Ventilkonvektor	Ventilkonvektor	Tilluftradiator

¹⁾ Kontinuerlig behovsstyrning i våtrum med RF-givare med högre prioritet än bortaventilation, samt i kök med manuell timer- eller spistemperaturstyrning, central varvtalsreglerad fläkt

²⁾ Forcerad ventilation i våtrum med RF-givare med högre prioritet än bortaventilation, samt i kök med manuell timerstyrd köksfläkt, en varvtalsreglerad fläkt till varje lägenhet

³⁾ Forcerad ventilation i kök "tas" från badrum

Komponentprovningar visade att uppställda krav uppfylldes, förutom att dragproblem kan uppstå i vissa fall i vistelsezonen med förslag 1 och 5. De tre förslagen torde ha problem att uppfylla ljudklass B enligt svensk standard ljudklassning av bostäder vad beträffar klimatskärmens ljudreduktion. Förslagen ansågs även ha vissa brister i helhetssyn, robusthet och estetik. Möjlighet gavs till vidareutveckling, som förslag 1 och 5 genomförde. Dessa förslag bedömdes sedan uppfylla alla krav och har installerats i provlägenheter, där mätningar genomförts.

Energiberäkningar med ENORM för ett tänkt provhus i Hammarby Sjöstad visade att de tre förslagen uppfyller kravet på god energihushållning enligt BBR. Simuleringar av det tänkta provhuset och av en lägenhet inom EU-projektet Reshyvent visar att den sänkning av ventilationen som behovsstyrningen medför kan ge en minskning av energianvändningen för att täcka ventilationsförlusterna med ca 20 % eller 10 - 15 kWh/m²år och att elanvändningen för ventilation reduceras med ca 25 % eller 1 - 2 kWh/m²år om fläkten styrs med en frekvensomvandlare, annars ingen elbesparing. Förslag 1 och 7 ger avsevärt lägre energianvändning för uppvärmning än förslag 5 tack vare värmeåtervinning (frånluftsvärmepump).

Enligt beräkningar med IDA så fanns det förutsättning i förslag 1 och 5 för att uppfylla kravet på relativ luftfuktighet i badrum. Förslag 7 torde inte uppfylla kravet.

Beräkningar visar att kravet på CO₂-halt i sovrum kan uppfyllas i de tre förslagen.

Kostnadsberäkningar visar att investeringskostnaden för behovsstyrd ventilation varierar från ungefär lika med konventionellt system till knappt dubbla kostnaden.

1.6 Resultat från utvärdering i två provlägenheter

Förslag 1 och 5 installerades i varsin provlägenhet. Inledningsvis förekom en del problem med mätsystemet och ventilationssystemet. Exempel på problem är luftflöden som var för höga, ständig fuktforcering, smärre reglerproblem och otillräcklig mätnoggrannhet. De flesta problemen åtgärdades dock på ett tillfredställande sätt.

Båda förslagen har större delen av tiden klarat av att hålla en rimlig temperatur på tilluften med hjälp av en tilluftskonvektor och en jämn innetemperatur. Fuktforceringen har fungerat på ett rimligt sätt. De boende har ibland kommit ihåg att sänka ventilationen när lägenheten var tom. CO₂-halten har uppfyllt uppställda krav. Ljud kan komma in via tilluftskonvektorn, eftersom den inte var försedd med någon extra ljuddämpning.

Utvärderingen i de två provlägenheterna gjorde det troligt att behovsstyrningen av ventilationen dvs. fuktstyrningen (av forcerad ventilation) och bortaläget, skulle kunna fungera på ett tillfredställande sätt, med reservation för robusthet och estetik.

1.7 Resultat från fullskaleförsök i provhus

Förslag 1 installerades i ett provhus. Vid installationen gjordes några avvikelser i verklig installation jämfört med tävlingsförslaget, vilka har bidragit mer eller mindre till problemen med funktion och robusthet hos ventilationssystemet:

- inga ventilkonvektorer i sovrum
- ej volymkåpa, som spiskåpa ovanför köksspisen
- utökat antal spjäll i ventilationskanalerna i lägenheterna
- avsaknad av drift- och skötselinstruktioner för de boende
- byte av fuktstyrt frånluftsdon

Provhus och referenshus är i princip identiska, förutom behovsstyrningen av ventilationen i provhuset. Detta innebär bl.a. i detta fall att hemmaventilationen för referenshuset är större, 35 %, än för provhuset. Skillnaden beror på att i referenshuset finns inte fuktforcering i våtrum, vilket enligt råd i dåvarande BBR för våtrum innebär högre grundventilation i våtrum.

Utvärderingen visar att ventilationssystemet i provhuset inte har gått att justera in tillfredställande, samt att styrningen av bortaventilationen och fuktstyrningen inte har varit tillräckligt robust. Detta beror på brister i utformningen av ventilationssystemet i provhuset. Detta har resulterat i att behovsstyrningen av ventilationen endast under kortare perioder fungerat tillfredställande samtidigt i alla lägenheterna. Någon egentlig utvärdering av funktionen hos behovsstyrd ventilation och därtill hörande energieffektivisering i fullskala har därför inte kunnat genomföras. Dock har alltid hemmaventilationen fungerat tillfredställande.

En enklare utvärdering av tilluftskonvektorn har dock genomförts vad avser förvärmningen av uteluften till vardagsrummet. Under vinter, vår och höst förvärms alltid uteluften enligt de kontinuerliga mätningarna av tilluftstemperaturen. Förvärmningsgraden varierar dock.

De boende i provhuset har således under nästan 4 år fått leva med ett icke fullgott ventilationssystem pga. ovannämnda problem. För att få brukarnas uppfattning om vilka problem som man haft under denna period genomfördes efter tredje uppvärmningssäsongen

en probleminventering. Förutom olika problem med ventilationen och en hög innetemperatur, särskilt i provhusets trapphus, framkom bland de boende ett stort missnöje med dialogen med byggherren. De boende uttryckte också oro för hur det skulle gå med ventilationsövervakningen när byggherren lämnar över förvaltningsansvaret till bostadsrättsföreningen.

Förutom probleminventeringen genomfördes en enkätundersökning med Stockholms stads standardiserade enkät för upplevd innemiljö och hälsa. Resultatet från denna visade att de boende inte upplevde luftkvaliteten som helhet som dålig, men fler bedömde luften som torr, dammig och unken i provhuset än i referenshuset. Det är också många som upplever problem med drag. Dragproblemen är större i provhuset än i referenshuset, framförallt i vardagsrummet, förmodligen beroende på variationen i förvärmningen av tilluften i tilluftskonvektorn. I provhuset upplevdes också ljud från köksfläkten. Utifrån de båda enkätundersökningarnas resultat kan man förespråka en tydligare dialog med brukarna för att både utnyttja deras iakttagelser vid injustering av systemet och för att säkra en god drift och skötsel i framtiden. Problem med drag i bostäder med frånluftventilation är inte ovanliga och någon riktigt säker lösning, som undviker drag hela året finns förmodligen inte idag. Slutligen kan man fråga sig om de prioriteringar som togs med i den ursprungliga i kravspecifikationen för ventilationssystemslösningen var felaktiga sett ur ett brukarperspektiv? Uppenbarligen var prioriteringen för låg för att uppnå en tillräcklig god värmekomfort men också för att få ett tillräckligt robust ventilationssystem.

1.8 Slutsatser från teknikupphandlingen

Endast 7 stycken tävlingsförslag deltog trots pressinformation om tävlingen, direktkontakter med företag samt inbjudningsbrev. Inga av de större företagen inom installationsbranschen deltog i tävlingen. Anledningen till att så få deltog är troligen att kravspecifikationen var mycket ambitiös och gällde ett system. Tävlingen har därmed krävt en stor insats av olika kompetenser, som endast några få har kunnat eller varit intresserad av att ställa upp med. Det är naturligtvis svårare att göra teknikupphandlingar av system än komponenter. Tävlingen har dock bidragit till en teknikutveckling. T.ex. har en del av idéerna tillämpats i EU-projektet Reshyvent – utveckling a behovsstyrd hybridventilation för flerbostadshus och en av byggnaderna på Bo01-mässan i Malmö.

Tre förslagsställare gavs möjlighet att förbättra sina förslag. Två förslag bedömdes uppfylla kravspecifikationen samt vara lämpliga för en provinstallation. Detta efter att ha inkommit med förbättringar. Ingen vinnare hade tidigare kunnat utses, eftersom bedömningen gjordes att några krav enligt kravspecifikationen inte helt skulle kunna uppfyllas i en verklig byggnad och det fanns brister i helhetssyn, robusthet och estetik.

Förslag 1 och 5 uppfyllde ljudkrav vad beträffar klimatskärmens ljudreduktion enligt BBR men inte enligt klass B i svensk standard för ljudklassning av bostäder. Efter genomförd vidareutveckling kan det finnas möjlighet att uppfylla klass B. Detta under förutsättning att den yttre ljudnivån är lägre än ca 55 dB (ingen närhet till större trafikled).

Livscykelkostnadsberäkning för systemet redovisades i ett av anbuden, men var ofullständig i övriga anbud. Detta trots att en förenklad beräkningsmodell fanns redovisad i tävlingsunderlaget.

Ventilationssystemet i provhuset har endast under kortare perioder fungerat tillfredställande samtidigt i alla lägenheterna. Detta har berott på brister i utformningen av

ventilationssystemet i provhuset. En bidragande orsak är att denna teknikupphandling har gällt ett system och inte en enskild komponent. Dessutom har anpassningen av tävlingsförslaget till normal byggproduktion och bostadsrättsinnehavares önskemål inte helt lyckats.

Kravspecifikationen som främst utgick ifrån möjligheten att följa upp systemets funktion utifrån tekniska mätningar borde ha utformats på ett bättre sätt för att bli bättre utvärderingsbar mätt med brukarnas bedömning av inomhusmiljön och de vardagsnära tekniska funktionerna. Kravspecifikationen borde även ha ställt direkta krav på god termisk komfort. Dessutom borde krav ha ställts på utseendet på komponenter synliga i lägenheter, för att få acceptans hos de boende.

Vid projektering och installation i provhus krävs en noggrann kvalitetssäkring, vilket förutom robusthet innebär stor omsorg och noggrann injustering av systemet. Denna utvärdering visar att det också måste ställas krav på snabba åtgärder när systemet eller delar av systemet inte fungerar tillfredställande.

1.9 Slutsatser från fullskaleförsök

Ventilationssystemet har inte gått att justera in tillfredställande vad avser storleken på luftflödet vid borta ventilation och forcerad ventilation. Detta beror på brister i utformningen av ventilationssystemet i provhuset. Styrningen av bortaventilationen och fuktstyrningen har inte varit tillräckligt robust, vilket har inneburit att behovsstyrningen av ventilation endast under kortare perioder fungerat tillfredställande samtidigt i alla lägenheterna. Någon egentlig utvärdering av funktionen hos behovsstyrd ventilation och därtill hörande energieffektivisering har därför inte kunnat genomföras. Dock har alltid hemmaventilationen fungerat tillfredställande.

En enklare utvärdering av tilluftskonvektorn har dock genomförts dvs. vad avser förvärmningen av uteluften till vardagsrummet. Under vinter, vår och höst förvärms alltid uteluften enligt mätningarna av tilluftstemperaturen, men i varierande grad.

Fullskaleförsöket har inte involverat brukarna i tillräcklig omfattning, vilket lett till att de som köpare av sin lägenhet inte fått någon direkt information. En bättre dialog med de boende hade gett snabbare feedback på funktionen. Dialogen är också ett sätt att skapa förtroende för det system som sätts in, men också vilken kompletterande information om installationernas funktion, som bör sättas in.

1.10 Slutsatser om behovsstyrning av ventilation

Viktiga parametrar för behovsstyrning av ventilation i bostäder är relativ luftfuktighet, CO₂, närvaro-frånvaro och matos. Detta förutsätter att emissioner från byggnaden, möbler m.m. är tillräckligt låga, så att ventilationens syfte är att ventileras för emissioner förorsakade av mänsklig aktivitet. Behovsstyrningen av den relativa luftfuktigheten i våtrum sker lämpligen med viss automatik, medan brukaren till viss del kan ansvara för övriga parametrar, vilket förutsätter bra information och dialog med brukarna. Grundförutsättningen är dock ett energieffektivt ventilationssystem, som möjliggör effektiv ventilation efter behov. Viktigt är också att behovsstyrningen präglas av en helhetssyn och robusta komponenter. Dessutom krävs en noggrann injustering och uppföljning av funktionen hos värme- och ventilationssystemet, där hänsyn måste tas till de boendes önskemål.

För att med större säkerhet få ett fungerande ventilationssystem med behovsstyrning i varje enskild lägenhet behövs upparligen separata ventilationskanaler för varje lägenhet. Ett intressant alternativ vore ventilationskonceptet från EU-projektet Reshyvent, där ett svenskt ventilationskoncept utvecklades. Detta koncept är baserat på en separat frånluftsfläkt för varje lägenhet, vilket gör flödena i lägenheterna oberoende av eventuella störningar från omkringliggande lägenheter under förutsättning att lägenhetsskiljande ytor har god lufttätethet. Fläkten har en inbyggd reglering så att frånluftsluftflödet hålls konstant oavsett förändringar av systemets tryckfall. Det önskade luftflödet (börvärdet) kan ställas in från en panel i lägenheten (normalläge, bortaläge, mm), men är också automatiskt styrt av luftfuktighet och utetemperatur.

Värmeenergibesparingen tack vare behovsstyrningen blir med stor sannolikhet inte lika stor som värmeenergibesparingen tack vare effektiv värmeåtervinning på ventilationsluften. Beräkningar visar en besparingspotential för värme på 10 – 15 kWh/m²år och för el 1 – 2 kWh/m²år, jämfört med frånluftsventilation utan värmeåtervinning, som skulle kunna ge en värmebesparing på 20 – 40 kWh/m²år. Med ännu eleffektivare fläktar skulle ytterligare 3 – 4 kWh/m²år el kunna sparas. En viktig förutsättning för båda systemen är rätt injusterad innetemperatur, för att undvika att de boende under vinterhalvåret fönstervädrar för att få ner innetemperaturen. Vad beträffar behovsstyrning är det viktigt med samordning mellan styrning av ventilation och värme.

I denna teknikupphandling fanns endast förslag baserade på frånluftsventilation. Behovsstyrning borde även kunna tillämpas på ventilationssystem med från- och tilluft med värmeåtervinning. Energibesparingen torde dock bli betydligt mindre.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det krävs en vidareutveckling av system och komponenter inom VVS-branschen för att uppnå den fördelar som behovsstyrd ventilation. Detta för att förbättra funktion och robusthet, samt sänka kostnaderna.

De fördelar som kan förväntas uppnås med behovsstyrning jämfört med dagens ventilationssystem med i det närmaste konstant luftflöde är:

- Förbättrad luftkvalitet
- Mindre fuktproblem
- Minskad energianvändning för rumsuppvärmning, dock inte jämfört med bra värmeåtervinning
- Minskad elanvändning för ventilation

Detta uppnås genom installation av:

- Automatisk fuktforcering av luftflödet i våtrum
- Luftflöde styrt av närvaro-frånvaro
- Timerstyrd forcering av luftflödet i kök
- Samordnad styrning av ventilations- och värmesystem
- Helhetssyn med robusta komponenter, vars funktion och utformning kan accepteras av de boende och förvaltare

Dessutom krävs :

- Noggrann injusterings och uppföljning av värme- och ventilationssystem
- God lufttätethet mellan lägenheterna

Nackdelar som måste lösas

- Om systemet baseras på frånluftsventilation, så är det förmodligen svårt att helt undvika problem med drag.
- Kostnaden är för några av systemen något för höga.

The **REHVA** European HVAC Journal

Volume: 50

Issue: 3

May 2013

www.rehva.eu

Special issue on **Active House Alliance**

Environmental specifications
Residential ventilation

Cost optimal methodology

REHVA nZEB definitions

EU new boiler regulations

12
11
13



Performance of automated demand controlled mechanical extract ventilation systems for dwellings in Europe



IVAN POLLET
Ghent University,
Department of Biosystems
Engineering, and Renson
Ventilation, Belgium
ivan.pollet@renson.be



ANNELEEN VENS
Renson Ventilation,
Belgium
anneleen.vens@renson.be



FREDERIK LOSFELD
Renson Ventilation,
Belgium
frederik.losfeld@renson.be

Introduction and methodology

On continent Europe, demand controlled ventilation (DCV) is considered today as a particularly relevant alternative to other mechanical extract ventilation systems (MEV) and especially for mechanical ventilation systems with heat recovery (MVHR). For the moderate climate zone of Western Europe, with about 2500–3000 heating degree days, the payback time for investments in heat recovery ventilation is long, especially in buildings with relatively low air change rates such as dwellings. Due to its competitive price setting as well as due to reports in popular media and scientific literature about possible health risks associated with heat recovery systems, simple central MEV dominates the residential ventilation market in this region. The great variability of a dwelling occupancy in time and place, enhances the potential of DCV. By applying DCV, heating energy related to ventilation is reduced by 20 to 50%, while electricity consumption is similarly reduced.

In Belgium an equivalence approach based on a Contam model¹ is used to rate the performance of demand controlled ventilation systems. Average cumulative CO₂-concentration (kppm.h) above Δ600 ppm is used as IAQ indicator, next to the risk on condensation and the exposure to odours.

In France the assessment of DCV systems is done by CSTB based on the Siren model¹ resulting in a so-called "Avis Technique". In the calculation also IAQ restrictions must be fulfilled.

In Germany the energy performance of a DCV system was investigated by the Fraunhofer institute based on the

WUFI-Plus model². In contrast to Belgium and France, however, this methodology is not officially accepted by authorities, to take into account in the German energy performance calculation (EnEv). Using DCV only leads to a fixed 10% reduction compared to MEV systems.

In the UK, there is no recognition of advanced systems either under Part F of the Building Regulation or under Appendix Q of the Standard Assessment Procedure (SAP). Therefore the Belgian approach is used to calculate the impact on IAQ and energy consumption of demand controlled systems.

The aim of this article is to assess theoretically the energy saving potential of DCV and the indoor air quality (IAQ) to which the occupants of the dwelling are exposed, compared to normative (design flow rates according to national standard) ventilation systems. Two different demand controlled mechanical extract ventilation (DCV) systems (DCV1 and DCV2) in comparison with passive stack ventilation PSV, MEV and MVHR were investigated.

Characteristics demand controlled systems

In this study, two automated demand controlled mechanical extract ventilation systems of Renson based on natural supply via trickle vents in the habitable rooms and mechanical extraction in the wet rooms (such as kitchen, bathroom, sanitary accommodation (toilet) and laundry (utility)) (DCV1) or even the bedrooms (DCV2) were analysed (**Figure 1**).

¹ Savin, J.-L., Laverge, J. (2011). Demand-controlled Ventilation: an outline of assessment methods and simulations tools. AIVC-tightvent conference 32.

² Lengsfeld, K., Holm, A. Entwicklung und Validierung einer hygrothermischen Raumklima-Simulationssoftware WUFI-Plus. Bauphysik 29 (2007), Heft 3, Seite 178–186. Ernst & Sohn Verlag Berlin.

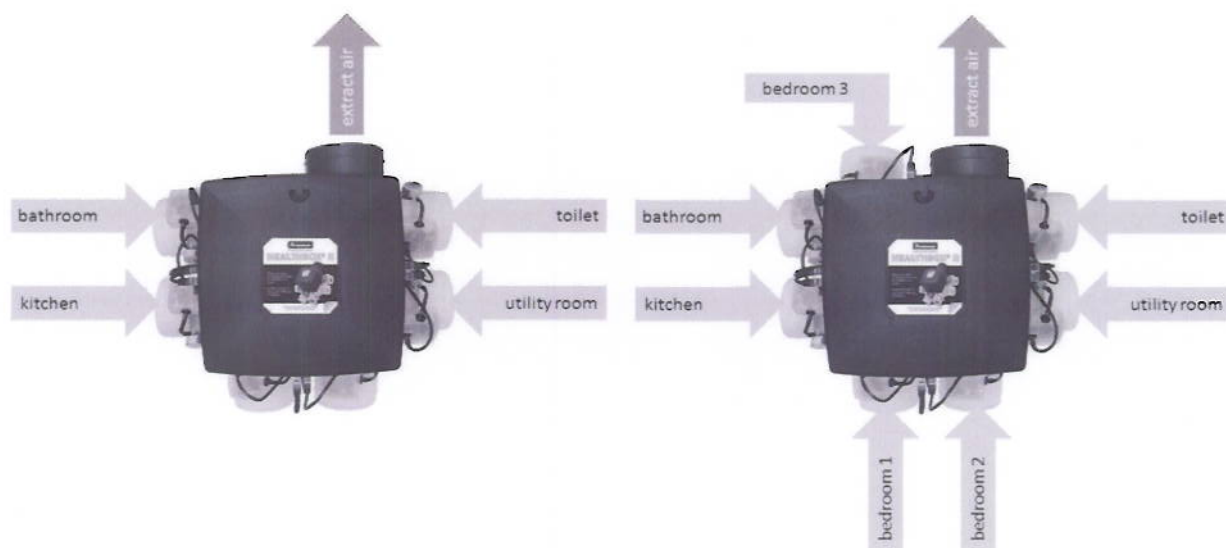


Figure 1. Configuration of DCV 1 (left side) and DCV 2 (right side). The fan is situated in the central box, the valves which contain the IAQ sensors (RH, CO₂, VOC) are connected to the central box.

The basis of the DCV system constitutes a constant pressure fan which has self-regulating extract valves connected to the fan at the end of the extract ducts. In that way, the air flow rate is controlled on pollutant concentration at room level (multi-zone-control). An automatic calibration procedure is integrated in the system to make sure that in each extract duct the design air flow rate can be effectively reached.

Each self-regulating extract valve can contain up to two sensors, to control and monitor the extract air flow rate. A relative humidity sensor (RH), an odour (VOC) sensor and/or a CO₂ sensor can be applied. Based on the measured values of the sensors, the flow rate through the duct is adjusted between a minimum (15% of the design flow rate) and the design flow rate. The minimal room air flow rate is never lower than 0.1 l/s/m² as specified in EN 15251.

Results

Belgium

For DCV1 and DCV2 the ventilation heat losses and cumulative CO₂-concentration are shown in **Figure 2** compared to the reference systems which are indicated by the red line. As can be seen in **Figure 2**, the IAQ of PSV and MEV is always worse with respect to that of MVHR. Due to variable wind and thermal forces on the building, air flow rates are less controlled and cross ventilation can occur, especially in case of PSV, which causes higher CO₂-concentrations especially in the bedrooms.

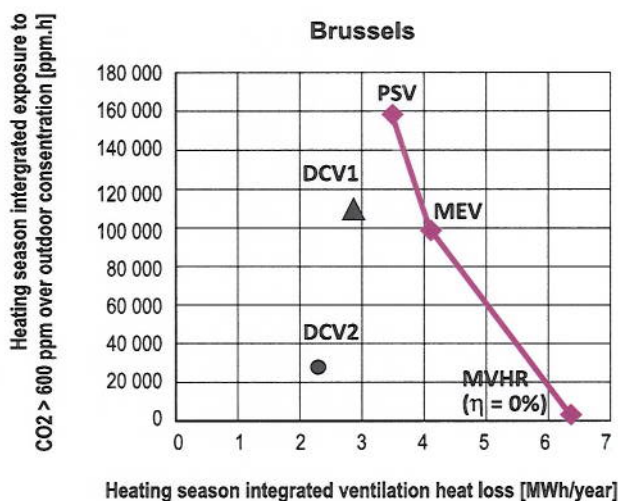


Figure 2. Average cumulative CO₂-concentrations (kppm.h) above Δ600 ppm against ventilation heat loss (MWh/year) for the reference (red line) and the DCV1 and DCV2 ventilation systems according to current Belgian standard.

DCV1 realises a similar IAQ compared to MEV, while the CO₂-concentration exceeds of DCV2 are very small. This means that DCV2 approaches closely the IAQ of MVHR. DCV1 and DCV2 reduces the ventilation heating energy with approximately 35 and 50%, respectively, compared to MEV. When expressed compared to MVHR (no heat recovery, η = 0%), a heating energy reduction of about 55 to 65%, respectively, is found. Common residential MVHR realise a heat recovery efficiency of 70 to 85%, if well designed and maintained.

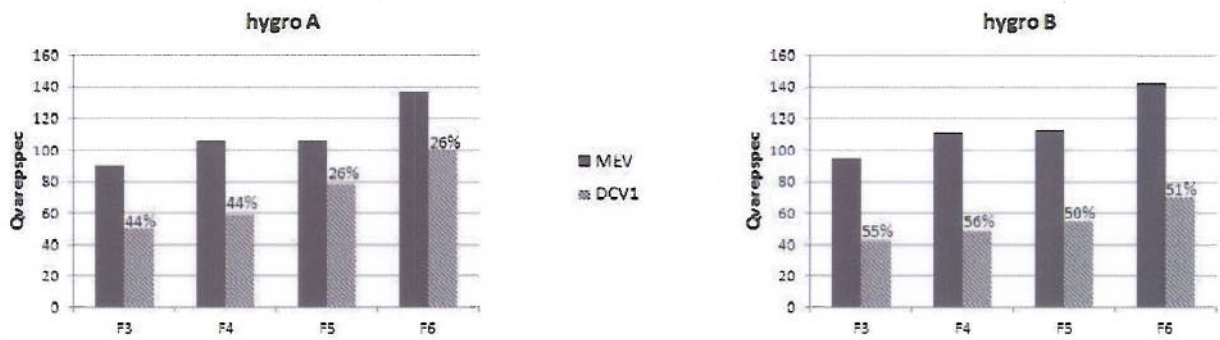


Figure 3. Average reduction for the reference and DCV1 ventilation systems according to current French law and "Avis Technique" for hygro A (left) and hygro B (right) systems.

France

In the French calculation procedure DCV systems are only compared to MEV systems. When IAQ criteria are fulfilled, a so-called air flow rate reduction factor "Q_{varepspec}" is calculated. Since extract from bedrooms is not allowed according to the law of 24 march 1982, there are no results for DCV2. The mean results for classic DCV1 sys-

tems now available on the French market are shown on **Figure 3** for the most current building types (F3 – F6) and for both hygro A and hygro B systems. Hygro B meaning not only the extract is adapted according to RH in the room but also supply is controlled on RH in the dry room. **Figure 3** shows how for the hygro A systems DCV1 results in a reduction from 26 to 44% in comparison with MEV systems without demand control. In combination with a RH controlled supply, an even greater reduction can be achieved with a DCV1 system of approximately 53%.

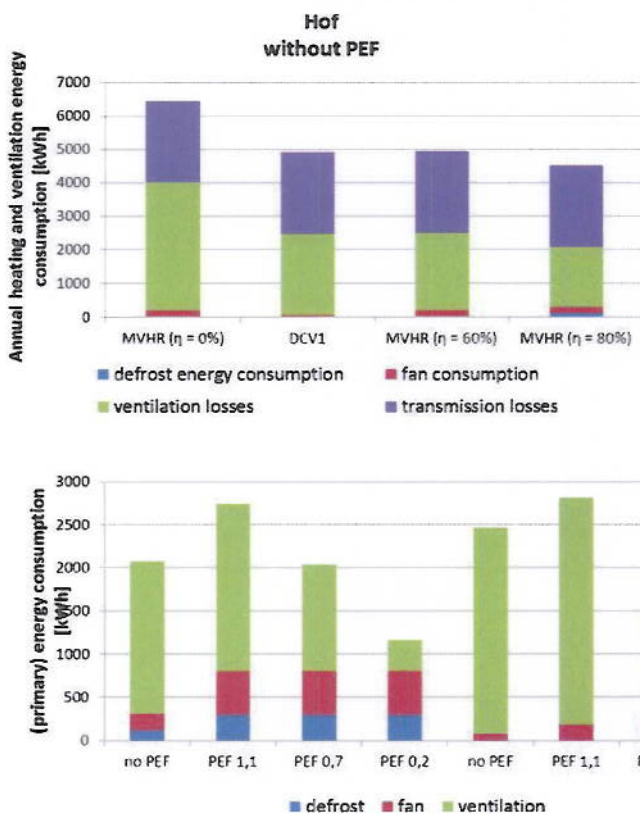


Figure 4. Energy loss (kWh) for the reference and DCV1 ventilation systems according to current German standard not taking into account primary energy factors (top) and taking into account primary energy factors for heating energy (bottom).

Germany

In Germany only DCV1 was calculated and compared to the MVHR systems as shown in **Figure 4**. On the left and right graph, respectively without and with taking into account different primary energy factors (PEF). Here also fan consumption and defrost energy consumption was calculated for the different systems. The difference in total annual energy consumption between DCV1 and MVHR (η = 80%) is only 633 kWh due to ventilation losses and 241 kWh less fan consumption. Compared to a MVHR (η = 60%) system, DCV1 achieves a reduction of 27 kWh. Furthermore, for PEF = 1,1 (a classic heating system with gas) DCV1 performs equal as MVHR (η = 80%). The smaller the PEF, the better DCV1 performs since the electrical part becomes more important. Thanks to the minimal electrical consumption of DCV1 it performs better than MVHR (η = 80%).

Looking at IAQ DCV1 performs well, only in the bedroom the threshold of 1200 ppmv was exceeded. With DCV2, extracting direct from the bedrooms, this would definitely not be the case.

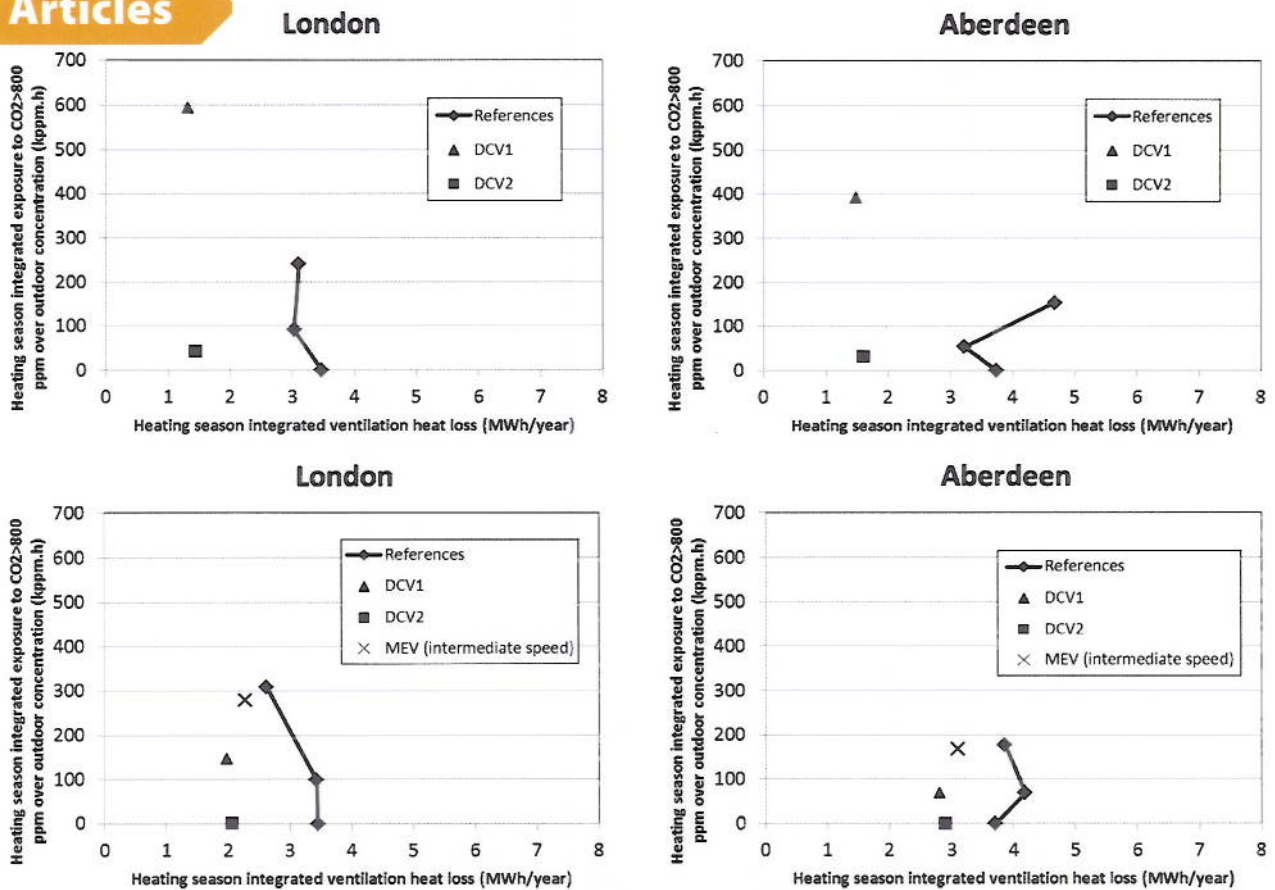


Figure 5. Average cumulative CO₂-concentrations (kppm.h) above 800 ppm over outdoor CO₂-concentration against ventilation heat loss (MWh/year) for the reference (red line) and the DCV1 and DCV2 ventilation systems with supply air flow rates according to current British standard (top) or equal to MVHR (bottom) for London and Aberdeen.

UK

Following approved document F and the Belgian assessment procedure, DCV1 and DCV2 were compared to the reference systems in **Figure 5** for the location of London and Aberdeen. The smaller air supply rates of all UK designed ventilation systems and the smaller extract rates of MVHR, explain the lower heat losses and the worse IAQ of UK designed systems when compared with **Figure 2**.

When looking to DCV1 and DCV2 in **Figure 5** for a given location, it is clear that both DCV systems have a similar impact on the ventilation heat losses, but huge differences are observed concerning exposed IAQ. Since DCV1 has an IAQ worse than the reference it is unacceptable according to the procedure. Increasing the design air flow rates for MEV to a similar level as those for MVHR, improves significantly the IAQ of DCV1 (**Figure 5**). For DCV2 the IAQ is acceptable and situated in the middle between that of MEV and MVHR. The heating energy reduction of DCV1 and DCV2 for the two locations is in the range of 50 to 60% when compared to MEV and MVHR ($\eta = 0\%$).

With respect to ventilation heat losses for the location of London, the energy losses of DCV1 and DCV2 with higher air supply rates increase by about half. This means that heating energy reduction for DCV1 and DCV2 becomes about 35% compared to MEV and about 40% when compared to MVHR ($\eta = 0\%$).

Conclusions

By means of different European equivalence procedures the significant effect of demand control on the performance of a MEV system was illustrated and discussed. Ventilation heat losses were reduced by 30 to 50% due to automated demand controlled systems. Fan consumption of demand controlled MEV systems is remarkably lower than MVHR systems. In that way, under Western European climate conditions, demand control can bring a standard MEV system to a similar level as MVHR when considering primary energy consumption. Besides, due to the automatic detection of the IAQ in the different rooms, the guarantee on good IAQ is higher when compared with a manually operated mechanical system without sensors, leading to similar IAQ levels as those obtained with MVHR. ■