Facadeintegreret mikroventilation til etageboliger

Dansk Energi, Elforsk PSO 351 – 016

BILAGSRAPPORT

2022

BILAGSRAPPORT

1. Kravspecifikation til mikroventilation

Kravspecifikation for Facadeintegreret mikroventilation til etageboliger

Forudsætninger for systemet funktion

For at sikre MicroVent systemets funktion skal følgende punkter være opfyldt:

- Systemet som helhed inkl. emhættesystem skal opfylde kravene i Bygningsreglementet og tilknyttede standarder vedr. ventilation. Se dokumentet: *Overholdelse af BR2018 ved anvendelse af MicroVent i etageboliger* for mere info.
- At systemet som helhed inkl. emhættesystem kan opfylde kravene for brandsikring af ventilationsanlæg i den pågældende bygning. Se dokumentet *Brandkrav* for mere information.
- At emhættesystemet kan overholde de krav der er opstillet i dokumentet *krav til emhættesystem for at fungere sammen med MicroVent.*
- At der er åbninger på mindst 100cm² mellem de enkelte rum i lejligheden enten i form af sprækker under dørene eller ved anvendelse af lyddæmpede overtryksventiler i væggene for at sikre overførsel af luft mellem rummene ved anvendelse af emhætte i køkken.
- At MicroVent enhed i badeværelse placeres så højt som muligt og i nærhed af bruser for at sikre at damp fra badet fjernes inden det danner kondens på overflader i rummet.

Luftmængder

Det samlede system skal sikre at der er balance i luftmængderne i den enkelte lejlighed i alle brugssituationer.

Antallet af ventilatorer i det enkelte rum skal fastsættes i forhold til at den samlede minimumsluftmængde på 0,3 l/s pr. m² for hele lejligheden kan overholdes.

Samtidig skal antallet af ventilatorer også være tilpasset til at der i situationer hvor der anvendes emhætte i køkken kan leveres tilstrækkelig erstatningsluft fra de øvrige opholdsrum, mens der til stadighed opretholdes en minimumsudsugning i disse rum, så der opnås en vis grad af varmegenvinding for at minimere trækgener fra indblæsningen når udetemperaturen er lav.

Ventilationen i badeværelset fungerer som et selvstændigt system i balance hvor luftmængden kan forceres til 15 l/s når der tages bad, og er således ikke påvirket af forholdene i de øvrige rum i lejligheden.

Ved høje vindhastigheder kan mikroventilatorerne skiftevis lukkes af i en periode, enten de enheder hvor der registreres det højeste vindtryk, eller også ved at alle enheder mod en facade lukkes af. For at sikre at minimumsluftskiftet iht. bygningsreglementet opretholdes i denne situation skal de øvrige ventilatorer øge luftmængden i denne periode.

Under alle omstændigheder bør der altid sikres et minimumsluftskifte i badeværelse uafhængigt af de øvrige rum.

Varmegenvinding

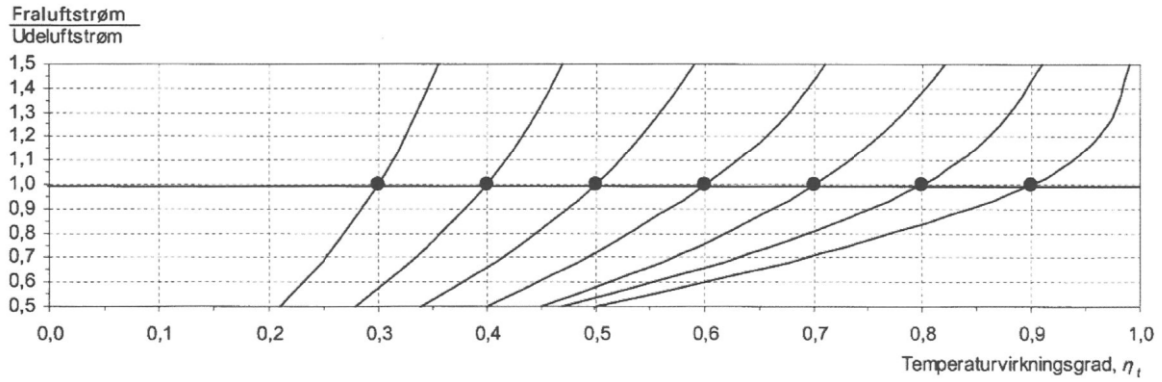
Varmegenvindingens effektivitet skal generelt overholde kravene i bygningsreglementet.

Når emhætten er i drift, vil der opstå en ubalance som medfører en mindre effektiv varmegenvinding end ved normal balanceret drift

For at undgå at indblæsningsluften bliver for kold i denne situation, og for at minimere risikoen for trækgener skal der altid være minimum udsugning i de enkelte MicroVent enheder selvom indblæsningsluftmængden hæves for at modsvare udsugning luftmængden fra emhætten.

På baggrund af DS447 2. udgave fra 2005 kapitel 5.6.2 figur 4 anslås varmegenvindingsgraden for et system med luftmængder der ikke er i balance over varmegenvinderen som følge af brug af emhætte. På baggrund af virkningsgraden for Microvent enhederne er der beregnet en samlet varmegenvinding for forskellige lejlighedstørrelser med forskellige antal værelser og konfigurationer af ventilatorantal.

Figur 4 – Overslagsmæssig virkningsgrad i afhængighed af forholdet mellem fraluft- og udeluftstrøm



DS 447 2. udgave 2005 Figur 4

I de nedenstående eksempler er der regnet på en lejlighed på 50m² og en på 90m² med en udsugningsluftmængde for emhætten på hhv. 20l/s og 30l/s.

Der beregnede eksempler kan ses i skemaerne nedenfor.

Lejlighed 50m². Emhætte 20 l/s

	Bad		Køkken		Emhætte	Stue		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Lejlighed		Luftskifte	VGV
Areal (m²)	5		5			28		12		0		0		50		(l/s pr. m²)	%
	Ind	ud	Ind	ud	Ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	Ud		
Antal ventilatorer	5	5	4	4		5	5	2	2					16	16		
Min. luftmængde BR2018 (l/s)	6,5	6,5	5,2	5,2		6,5	6,5	2,6	2,6					**20,8**	**20,8**	**0,42**	**94**
Luftmængde med emhætte (l/s)	6,5	6,5	12,5	5,2	20	15,6	6,5	6,2	2,6					**40,8**	**40,8**	**0,82**	**52**
Luftmængde med emhætte + bad (l/s)	15	15	12,5	5,2	20	15,6	6,5	6,2	2,6					**49,3**	**49,3**	**0,99**	**58**

Lejlighed 50m². Emhætte 30 l/s

	Bad		Køkken		Emhætte	Stue		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Lejlighed		Luftskifte	VGV
Areal (m²)	5		5			28		12		0		0		50		(l/s pr. m²)	%
	Ind	ud	Ind	ud	Ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	Ud		
Antal ventilatorer	5	5	5	5		8	8	3	3					21	21		
Min. luftmængde BR2018 (l/s)	6,5	6,5	6,5	6,5		10,4	10,4	3,9	3,9					**27,3**	**27,3**	**0,55**	**93**
Luftmængde med emhætte (l/s)	6,5	6,5	15,9	6,5	30	25,4	10,4	9,5	3,9					**57,3**	**57,3**	**1,15**	**48**
Luftmængde med emhætte + bad (l/s)	15	15	15,9	6,5	30	25,4	10,4	9,5	3,9					**65,8**	**65,8**	**1,32**	**53**

Lejlighed 90m². Emhætte 20 l/s

	Bad		Køkken		Emhætte	Stue		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Lejlighed		Luftskifte	VGV
Areal (m²)	6		13			32		15		12		12		90		(l/s pr. m²)	%
	Ind	ud	Ind	ud	Ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	Ud		
Antal ventilatorer	5	5	3	3		4	4	2	2	2	2	2	2	14	14		
Min. luftmængde BR2018 (l/s)	6,5	6,5	4,7	4,7		6,3	6,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	**27,1**	**27,1**	**0,30**	**92**
Luftmængde med emhætte (l/s)	6,5	6,5	8,5	3,9	20	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	**43,5**	**43,4**	**0,48**	**54**
Luftmængde med emhætte + bad (l/s)	15	15	8,5	3,9	20	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	**52,0**	**51,9**	**0,58**	**61**

Lejlighed 90m². Emhætte 30 l/s

	Bad		Køkken		Emhætte	Stue		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Lejlighed		Luftskifte	VGV
Areal (m²)	6		13			32		15		12		12		90		(l/s pr. m²)	%
	Ind	ud	Ind	ud	Ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	ud	Ind	Ud		
Antal ventilatorer	5	5	4	4		5	5	3	3	2	2	2	2	21	21		
Min. luftmængde BR2018 (l/s)	6,5	6,5	5,2	5,2		6,5	6,5	3,9	3,9	2,6	2,6	2,6	2,6	**27,3**	**27,3**	**0,30**	**93**
Luftmængde med emhætte (l/s)	6,5	6,5	12,7	5,2	30	15,9	6,5	9,5	3,9	6,4	2,6	6,4	2,6	**57,4**	**57,3**	**0,64**	**48**
Luftmængde med emhætte + bad (l/s)	15	15	12,7	5,2	30	15,9	6,5	9,5	3,9	6,4	2,6	6,4	2,6	**65,9**	**65,8**	**0,73**	**53**

Som det fremgår af de ovenstående eksempler, er luftskiftet selv ved minimumsluftmængden relativt højt i lejligheden på 50m² når der tages hensyns til at ventilatorerne ikke må komme over den anbefalede maks. luftmængde aht. støj. Den relativt høje grundluftmængde kan medføre problemer med udtørring af luften i lejligheden med deraf følgende gener for indeklimaet.

Det ses også at problemstillingen bliver mere udtalt når luftmængden til emhætten hæves fra 20 til 30 l/s med deraf følgende større behov for ventilatorkapacitet for tilførsel af erstatningsluft.

Energirammeberegninger

På baggrund af et af de beregnede eksempler er der udført energirammeberegninger (BE18) for en renoveret boligblok hvor der er udført en sammenligning af energiforbruget til el og varme for de samme lejligheder med hhv. konventionel central mekanisk ventilation, konventionel decentral mekanisk ventilation pr. lejlighed og Facademonteret Microventilation suppleret med mekanisk udsugning til emhætter. I Beregningerne er der regnet med forcering af hhv. emhætte, og badeværelse i 5% af tiden jf. den relevante del af beregningsvejledningen til BE18 som angivet i tekstboksen nedenfor.

> BE18: 6.1.4 mekanisk Ventilation om vinteren i brugstiden [l/s m²]
> I mekaniske ventilationsanlæg er den mekaniske luftstrøm, q_m, udeluftstrømmen i indblæsningsanlægget divideret med etagearealet af det betjente område i brugstiden om vinteren. For anlæg med variabel volumenstrøm styret af luftkvaliteten angives den gennemsnitlige luftstrøm om vinteren. I boliger regnes med forcering i 5 pct. af tiden i både badeværelser og køkkener.
> Forceringen skal have tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger. For emhætter skal angives en luftstrøm som mindst medfører en emopfangsevne på 75 pct. Eller højere iht. DS/EN 61591 eller DS/EN 13141-3 for den anvendte emhætte.

Forudsætningerne for beregningerne er som følger:

Ældre Boligblok på 2.826m², I alt 30 lejligheder, 4 forskellige typer med varierende størrelse og antal værelser. Bygningen har efterisoleret klimaskærm og nye vinduer. For sammenligneligheden er der regnet med de samme luftmængder for central og decentral mekanisk ventilation som for Mikroventilation i de 3 driftstilstande. I forbindelse med Mikroventilation er der anvendt SEL værdi på 0,3 kJ/m³ for mikroventilatorerne, og 0,6 kJ/m³ for udsugningsventilatoren til emhætten (svarende til Bygningsreglementets max værdi for udsugningsanlæg).

Indtastningen af de 3 forskellige systemtyper i BE18 programmet er som vist i nedenfor.

Central ventilation

	Ventilation	Areal (m²)	Fo, -	qm (l/s.m²)	n vgv (-)	t (°C)	El-VF	qn (l/s.m²)	qu.n (l/s.m²)	SEL (kJ/m³)	qm.s (l/s.m²)	qn.s (l/s.m²)	qm.n (l/s.m²)	qn.n (l/s.m²)
	Zone	2826		Vinter			0/1	Vinter	Vinter		Sommer	Sommer	Nat	Nat
1	Lejligheder grundventilation	2716	0,9	0,3	0,8	18	0	0,13	0	1,5	0,3	0,9	0	0
2	Lejligehder forceret ventilation ba	2716	0,05	0,45	0,8	18	0	0,13	0	1,7	0,45	0,9	0	0
3	Lejligheder forceret ventilation er	2716	0,05	0,47	0,8	18	0	0,13	0	1,7	0,47	0,9	0	0
4	Trapperum	110	1	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,9	0	0

Decentral ventilation

	Ventilation	Areal (m²)	Fo, -	qm (l/s.m²)	n vgv (-)	t (°C)	El-VF	qn (l/s.m²)	qu.n (l/s.m²)	SEL (kJ/m³)	qm.s (l/s.m²)	qn.s (l/s.m²)	qm.n (l/s.m²)	qn.n (l/s.m²)
	Zone	2826		Vinter			0/1	Vinter	Vinter		Sommer	Sommer	Nat	Nat
1	Lejligheder grundventilation	2716	0,9	0,3	0,85	18	0	0,13	0	1	0,3	0,9	0	0
2	Lejligehder forceret ventilation ba	2716	0,05	0,45	0,85	18	0	0,13	0	1,5	0,45	0,9	0	0
3	Lejligheder forceret ventilation er	2716	0,05	0,47	0,85	18	0	0,13	0	1,5	0,47	0,9	0	0
4	Trapperum	110	1	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,9	0	0

MicroVentilation

	Ventilation	Areal (m²)	Fo, -	qm (l/s.m²)	n vgv (-)	t (°C)	El-VF	qn (l/s.m²)	qu.n (l/s.m²)	SEL (kJ/m³)	qm.s (l/s.m²)	qn.s (l/s.m²)	qm.n (l/s.m²)	qn.n (l/s.m²)
	Zone	2826		Vinter			0/1	Vinter	Vinter		Sommer	Sommer	Nat	Nat
1	Lejligheder grundventilation	2716	0,9	0,3	0,92	18	0	0,13	0	0,3	0,3	0,9	0	0
2	Lejligehder forceret ventilation bad	2716	0,05	0,35	0,92	18	0	0,13	0	0,3	0,45	0,9	0	0
3	Lejligheder forceret ventilation køkken	2716	0,05	0,47	0,54	18	0	0,13	0	0,58	0,47	0,9	0	0
4	Trapperum	110	1	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,9	0	0

I skemaet nedenfor er angivet hvad det totalt el- og varmeforbrug er for bygningen med hhv. central- decentral og Mikroventilation.

Ventilations type	Elforbrug	Varmeforbrug
Central ventilation	4,4 KWh / m²	72,1 KWh / m²
Decentral ventilation	3,2 KWh / m²	71,7 KWh / m²
Mikroventilation	1,1 KWh / m²	72,3 KWh / m²

Sammenligning af energirammer for ventilationstyper

Som det fremgår, er elforbruget væsentligt lavere for mikroventilation i forhold til central- og decentral ventilation hvilket skyldes den relativt lave SEL-værdi MicroVent systemet har.

Varmeforbruget er en anelse højere for Microvent systemet pga. den reducerede varmegenvinding når emhætten er i drift.

2. Overholdelse af BR18 ved brug af mikroventilation i etageboliger

Overholdelse af Bygningsreglement 2018 ved anvendelse af MicroVent i etageboliger

Lydforhold

§ 369

For boliger og andre bygninger benyttet til overnatning skal det sikres, at de personer, som opholder sig i bygningerne, ikke generes af lyd fra andre rum i bebyggelsens øvrige bolig- og erhvervsenheder, fra bygningens installationer eller fra veje og jernbaner.

Stk. 2. For boliger skal lydforholdene overholde klasse C i DS 490 Lydklassifikation af boliger og niveauerne angivet i Bygningsreglementets vejledning om lydforhold.

Kravet kan overholdes i områder hvor det udendørs støjniveau ikke overstiger xx dB

§ 371

Tekniske installationer må ikke medføre et generende støjniveau umiddelbart uden for bebyggelsens vinduer til beboelsesrum, køkken eller på bebyggelsens rekreative arealer, herunder altaner, tagterrasser, uderum og lignende. Bestemmelsen er opfyldt, når det kan dokumenteres, at grænseværdierne angivet i *Bygningsreglementets vejledning om lydforhold* er overholdt.

Kravet kan normalt overholdes ved nominel luftmængde for ventilatorerne

Ventilation

§ 420

Bygninger skal ventileres, så der sikres tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i forhold til anvendelsen.

Kravet overholdes ved at luftskifte er iht. § 443. Desuden sikre luftkvalitet og fugtforhold med behovsstyring på rumniveau. Fjernelse af fugt fra bad og køkken sker med forceret udsugning direkte fra rummet og erstatningsluft fra øvrige rum iht. § 443 stk. 3 og stk. 4.

Stk. 2. Projektering, udførelse, drift og vedligehold af ventilationssystemer skal ske under hensyn til, at:

1) Risikoen for en brands opståen, udvikling og spredning minimeres.

Kan normalt overholdes hvis afstandskrav i DS428 overholdes. *Se særskilt dokument vedr. brandkrav iht. DS428*

2) Der ikke sker skader på personer, installationer og bygningsdele.

Ved korrekt indbygning samt drift og vedligehold af systemet vil kravet kunne overholdes.

3) Der ikke opstår risiko for personers sundhed eller komfortmæssige gener.

Komfortmæssige gener reduceres ved indblæsning med lav hastighed og varmegenvinding af luften

4) Der ikke sker unødigt forbrug af energi.

Systemet er med varmegenvinding på 78-90 % og har lavt elforbrug med en SEL-værdi på typisk 300 j/m³ ved nominelle luftmængder

§ 421

Ventilationssystemer skal projekteres og udføres i overensstemmelse med:

1) DS 447 Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer.

DS447 krav

2) DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg. Systemer til naturlig ventilation skal kun udføres i overensstemmelse med DS 428 i den udstrækning, de kan sidestilles med mekaniske ventilationssystemer.

Se særskilt dokument vedr. brandkrav iht. DS428

3) DS 452 Termisk isolering af tekniske installationer.

Af DS452 3. udgave 2013 kap. 6.3 ventilationsanlæg fremgår det at: Ventilations-aggregater opstillet i opvarmede rum skal opfylde kravet til isoleringsklasse 2.

Isoleringsklasse 2 svarer til en U værdi på 0,88 W/m²K for plane flader. Indkapslingen af MicroVent har en U-værdi på xx W/m²K? 1,4 iht rettelsesblad til DS 452

§ 422

Ventilationssystemer skal placeres, så drift og vedligeholdelse kan ske på en hensigtsmæssig og forsvarlig måde.

Kravet kan o*verholdes da ventilatorer er med serviceadgang fra indvendig side.*

§ 423

Tilførsel af udeluft skal tilvejebringes gennem åbninger direkte til det fri eller med ventilationsanlæg med indblæsning og forvarmning af indblæsningsluften.

Kravet kan o*verholdes da tilførslen af luft sker gennem åbninger direkte til det fri*

§ 424

Udvendigt placerede luftindtag og –afkast skal være placeret og udformet under hensyntagen til udeluftens renhed og temperaturforhold og således, at ventilationsluften tilføres og bortkastes på en for ventilationssystemet hensigtsmæssig måde og uden gene for omgivelserne. Aftrækskanaler fra naturlig ventilation skal føres over tag og have en sådan højde og udformning, at der sikres tilfredsstillende funktion uden gener for omgivelserne.

Kravet kan o*verholdes hvis det på den enkelte bygning er muligt at placere MicroVent enheder hensigtsmæssigt i facaden. Luftindtag i facader anvendes i stor udstrækning ved decentrale ventilationsanlæg. Der vil normalt ikke være tale*

om at der bortkastes forurenet luft der kan give gene for omgivelserne da afkast fra emhætte føres separat fra MicroVent systemet.

§ 425

Ved tilførsel og fjernelse af luft skal det i rum, hvor personer opholder sig i længere tid, sikres, at der ikke opstår træk i opholdszonen. For lokaler med stillesiddende aktivitet er eftervisning af, at trækrisikoen (draught rate) ikke overstiger 20 pct., én måde at dokumentere, at der ikke opstår træk i opholdszonen.

Dette vil være meget afhængigt af hvor Microvent enheden placeres, og hvilken type rist der anvendes. Det vil derfor være noget der bør vurderes fra sag til sag.

§ 426

Overførsel af luft fra et rum til et andet må ikke ske fra mere til mindre luftforurenede rum.

Ved normal drift sikres dette krav overholdt ved at der er balance mellem indblæsning og udsugning i det enkelte rum. Ved forceret udsugning i køkken tilføres erstatningsluft fra øvrige opholdsrum mens badeværelset til stadighed holdes i balance.

§ 428

Ventilationssystemer skal være udformet og installeret, så de ikke tilfører de ventilerede rum stoffer, herunder mikroorganismer, som giver sundhedsmæssigt utilfredsstillende indeklimaforhold.

Bygningsreglementet stiller ikke krav til en bestemt filterklasse, og åbning af vinduer vil under alle omstændigheder medføre at partikler i udeluften tilføres boligen uden om ventilationssystemet.

§ 430

Ventilation skal ske, så unødvendigt energiforbrug undgås, og så funktionen ikke påvirkes uacceptabelt af andre luftforbrugende installationer som f.eks. fyringsanlæg og tørretumblere.

Systemet vil ikke være egnet til anvendelse i bygninger med andre luftforbrugende installationer pga. risiko for ubalance, og dermed reduceret varmegenvinding.

§ 431

Tilførsel af udeluft skal kunne begrænses i perioder, hvor behovet for ventilation af bygningen er reduceret. I rum med stærkt varierende ventilationsbehov skal tilførsel af udeluft kunne tilpasses belastningen

Systemet har indbygget behovsstyring i forhold til luftfugtighed, og har mulighed for tilslutning af ekstra sensorer for andre parametre.

§ 432

Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning skal udføres med varmegenvinding.

MicroVent har indbygget varmegenvinding med regenerator

§ 435

Ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning, hvor aggregat og kanalsystem kun betjener én bolig, skal udføres med varmegenvinding med en tør temperaturvirkningsgrad på mindst 80 pct.

MicroVent har en varmegenvinding på 86 % ved nominelle luftmængder

§ 438

For ventilationsanlæg med konstant eller variabel luftydelse og varmegenvinding, hvor aggregat og kanalsystem kun betjener én bolig, må det specifikke elforbrug til lufttransport ikke overstige 1.000 J/m³ ved grundluftskiftet. Anlægget skal tilsluttes, så det er muligt at etablere måler til måling af det specifikke elforbrug til lufttransport.

MicroVent har en typisk SEL-værdi på 300 j/m³ ved normal drift

§ 443

I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der til enhver tid være en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m² opvarmet etageareal. Dette gælder også ved brug af behovsstyret ventilation.

Dette sikres ved korrekt konfiguration af det antal ventilatorer der anvendes i systemet.

Stk. 2. Boligens grundluftsskifte skal tilvejebringes med et ventilationsanlæg med indblæsning i beboelsesrummene og udsugning i bad, wc-rum, køkken og bryggers. Ventilationsanlægget skal have varmegenvinding, der forvarmer indblæsningsluften. Uden for opvarmningssæsonen kan indblæsning erstattes af udelufttilførsel gennem vinduer, udeluftventiler og lignende.

Systemet tilfører indblæsningsluft i beboelsesrum og udsugning i bad, wc-rum og bryggers men har også hhv. udsugning i beboelsesrum og indblæsning i bad, wc-rum og bryggers ved normal drift således at der er balance i det enkelte rum. Når emhætte aktiveres, tilføres erstatningsluft fra hhv. køkken og beboelsesrum.

Stk. 3. Køkkener i boliger skal forsynes med emhætte med udsugning over kogepladerne. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning og afkast til det fri og have tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavning. Udsugningen skal kunne forøges til mindst 20 l/s.

Emhætten er ikke en del af MicroVent systemet, men systemet er udført så der kan tilføres erstatningsluft til en emhætte

Stk. 4. Udsugning fra bade- og wc-rum i boliger skal kunne forøges til mindst 15 l/s. I wc-rum uden bad og i bryggers skal der kunne udsuges mindst 10 l/s.

Luftmængden i bad kan forøges til 15 l/s balanceret ved den rigtige konfiguration af ventilatorantal.

§ 450

Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af ventilationsanlægget før ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal dokumentere, at ventilationsanlægget overholder bygningsreglementets

krav til specifikt elforbrug til lufttransport af luftmængder, samt at eventuelt behovsstyring fungerer efter hensigten.

Der foreligger en vejledning til hvordan den nødvendige dokumentation af funktionsafprøvningen kan foretages. Luftmængder kan måles ved anvendelse af specialtragt til formålet.

§ 451

Rensning, drift og vedligehold af ventilationssystemer skal ske, så de holdes i en teknisk og hygiejnisk forsvarlig stand, og så de til enhver tid overholder bestemmelserne i §§ 421-449. Rensning, drift og vedligehold af ventilationssystemer skal ske som anvist i *DS 447 Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer.*

Det er op til bygningsejer eller driftsansvarlig at sikre at rensning, drift- og vedligehold blive udført. Der henvises til InVetilate's Drifts- og vedligeholdelsesvejledning for MicroVent

§ 452

Der skal foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual for ventilationssystemer ved ibrugtagning. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske. Drift- og vedligeholdelsesmanualen skal udarbejdes som anvist i henhold til *DS 447, Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer.*

Det er installatørens ansvar at samle dokumentationen for det samlede system. Der henvises til InVetilate's Drifts- og vedligeholdelsesvejledning for MicroVent

3. Brandkrav for mikroventilation i etageboliger

Brandkrav for Mikroventilation i etageboliger

DBI har udarbejdet et notat dateret 2013.05.03 vedr. brandsikring i relation til anvendelse af MicroVent som ventilation i forbindelse med renovering og nybygning af forskellige bygningstyper.

I notatet vurderet DBI at MicroVent er at sidestille med en ventilationsåbning direkte til det fri og at der i relation til myndighedskrav vedr. brandsikring ikke er tale om et ventilationsanlæg eller et ventilationssystem.

Siden DBI har udarbejdet dette notat er der udkommet to nye udgaver af Bygningsreglementet (2015 og 2018) hvoraf det nyeste er mere gennemgribende ændret end tidligere. Derudover er 5. udgave af Norm for brandsikring af ventilationsanlæg DS428 at udkommet i september 2019 hvor der er sket en del større ændringer.

Der bør derfor foretages en grundig vurdering omkring opdatering af notatet i samarbejde med DBI eller anden brandrådgiver i relation til Bygningsreglement 2018 og DS428, 5. udgave.

Vurderingen og opdateringen af notatet skal munde ud i en guide/vejledning til hvordan man skal forholde sig med MicroVent i forhold til brandsikring, og evt. hvilke punkter man skal være opmærksom på i forhold til brandsikring af delsystemer der er uden for Inventilate's leverance herunder emhættesystem og eller separat badeværelsesudsugning.

Krav i DS428, 5 udgave direkte relateret til Mikroventilation i facade

I DS428 i 5. udgave pkt. 3.1.5 fremgår det at:

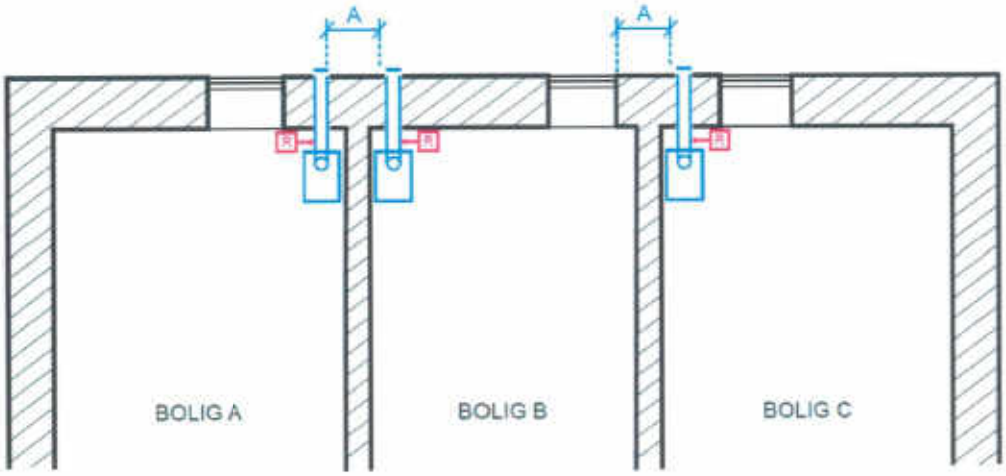
Luftindtag skal være placeret således, at risikoen for røgspredning minimeres fra øvrige anlæg eller fra ikke klassificerede åbninger i tilstødende brandsektioner eller tilstødende boliger.

I pkt. 3.1.6 fremgår det at luftindtag skal forsynes med røgdetektor hvis nedenstående afstandskrav ikke er overholdt.

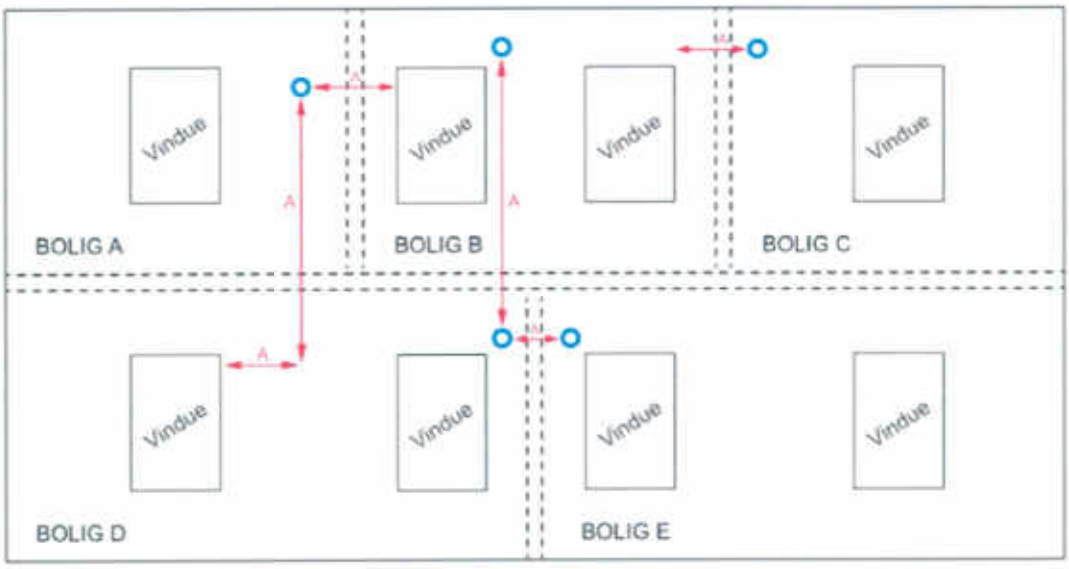
Afstandskrav (A) fra luftindtag til ikke klassificerede åbninger i tilstødende brandsektioner eller tilstødende boliger som fx vinduer og døre målt fra kant til kant:

- 1,0m målt vandret i ydervæg og på tag

- 2,5m meter målt lodret nedad i ydervæg og vandret er placeret indenfor 1,0m



Figur fra DS428 5. udgave. Luftindtag forsynes med røgdetektor såfremt afstandskrav ikke overholdes. (vandret plansnit)



Figur fra DS428, 5. udgave. Luftindtag forsynes med røgdetektor såfremt afstandskrav ikke overholdes. (lodret facadesnit)

Anlæg skal standses og aktiveres til brandposition ved røgdetektering og ved fejl.

Såfremt betjente brandsektioner er installeret med et fuldtdækkende automatisk brandalarmanlæg (ABA), og dette anvendes til at standse alle ventilationsanlæggene som ikke holder afstandskravet, kan røgdetektorer i luftindtag udelades.

Kravet om røgsensorer indebærer at røgsensoren skal overholde den relevante del af DS/EN 54 serien der omhandler brandalarm systemer.

Den type sensor der er omtalt i DS428 er en kanalmonteret type i henhold til standarden *EN 54-24 Fire detection and fire alarm systems – Part 27: Duct smoke detectors.* Denne type røgsensorer er opbygget som retningsbestemte med et målerør der fører luft fra kanalen op til sensorelementet. Målerøret har en vis størrelse, og fylder derfor en del i en kanal. Derudover er det typisk krav om at placeringen af sensoren skal være et sted hvor der ikke er turbulens hvilket vil medføre et afstandskrav.

Det vurderes derfor at der skal anvendes en anden sensor der kan overholde en af de øvrige standarder i DS/EN 54 serien.

Såfremt det ikke er muligt at indbygge røgsensorer der overholder kravene i en af standarderne i DS/EN 54 serien i MicroVent enhederne vil i stedet være nødvendigt at overholde de angivne afstandskrav. Det kan specielt være en udfordring i tilfælde hvor MicroVent enheden er placeret under eller ved siden af et vindue så den lodrette afstand til vinduet i etagen nedenunder er mindre end 2,5m.

Såfremt der er fuldt dækkende automatisk brandalarmanlæg (ABA) i bygningen der kan standse MicroVent anlæggene kan der ses bort fra afstandskrav og krav om røgdetektor i luftindtag.

Krav i DS428, 5 udgave relateret til emhætte systemer

I forbindelse med etablering af emhættesystemer hvor afkast føres over tag er det nødvendigt at forholde sig til følgende punkter i DS428:

4.1 decentrale systemer:

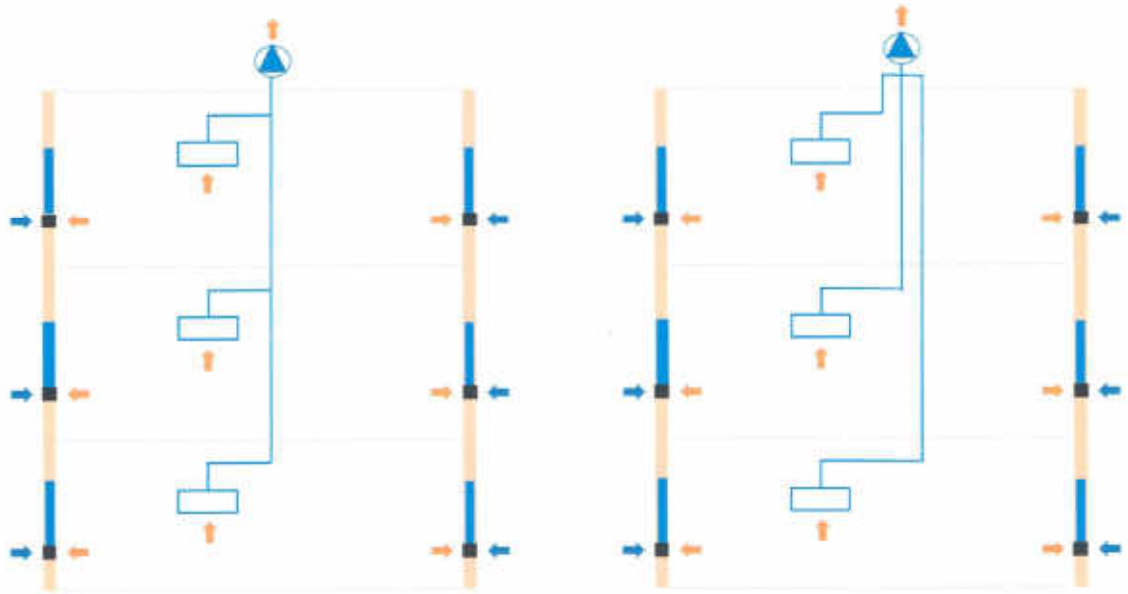
- For systemer hvor ventilatoren til emhætten eller badeværelsesudsugningen er placeret i den enkelte lejlighed.

4.2 spjældsikrede systemer

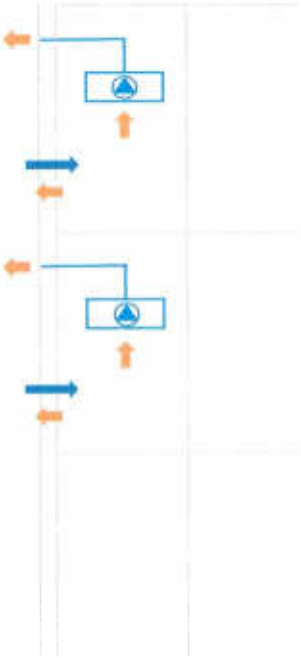
- For systemer hvor der er en fælles ventilator til emhætterne og/eller badeværelses-udsugningen, og brandsikring udføres som spjældsikret løsning.
- Opmærksomheden henledes på at der i pkt. 3.6.6 er krav om at der skal sikres uhindret adgang for kontrol, fejlretning og service af spjæld og automatik. Dette krav kan normalt ikke overholdes hvis spjældet er monteret inde i den enkelte lejlighed i et etagebyggeri.

4.3 Røgventilerede systemer

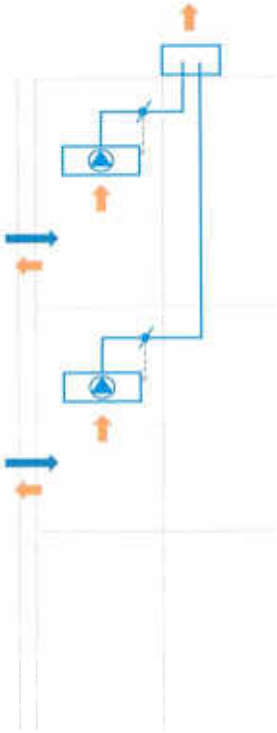
- For systemer hvor der er en fælles ventilator til emhætterne og/eller badeværelses-udsugningen, og brandsikring udføres som røgventileret løsning.
- Opmærksomheden henledes på at denne løsning i nogle tilfælde kan medføre større kanaldimensioner og ventilatorstørrelse end der kræves af hensyn til funktion af emhætte/udsugningssystemet.
- Ligeledes kan der være udfordringer i forhold til at eventuelle afspærringsspjæld der anvendes til emhættens funktion i samspil med MicroVent systemet ikke kan fungere i samspil med et røgventileret system.

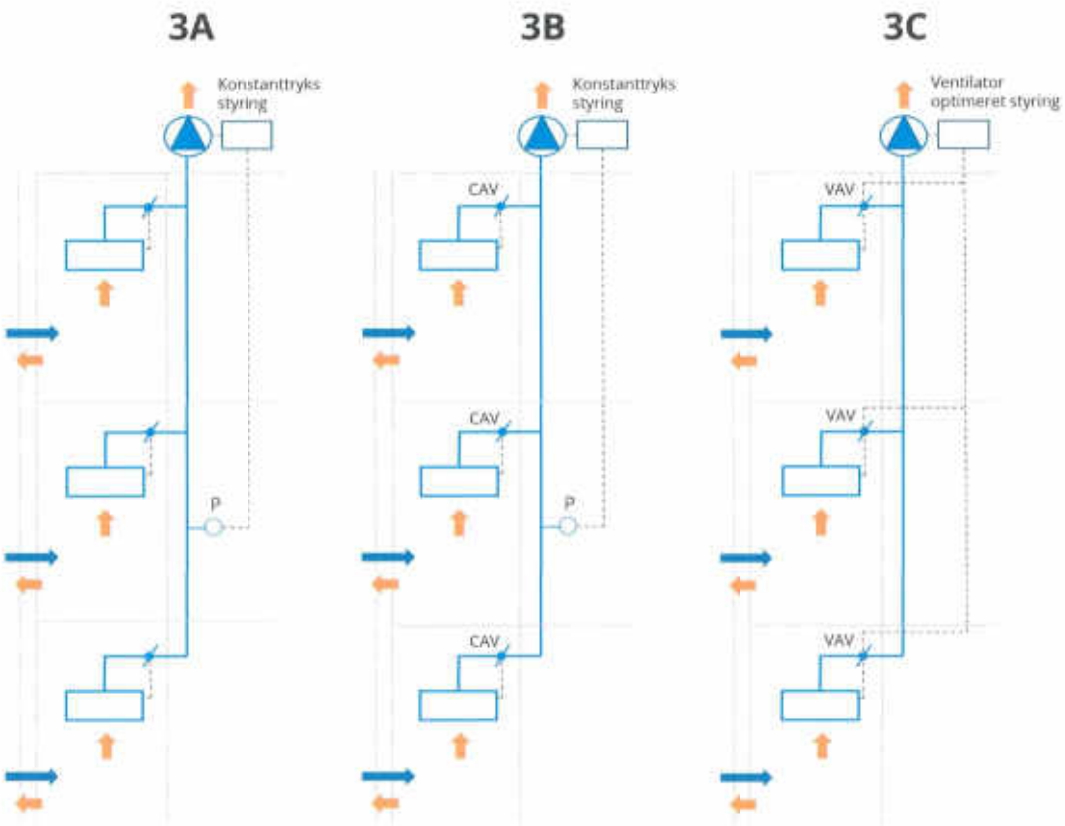


1

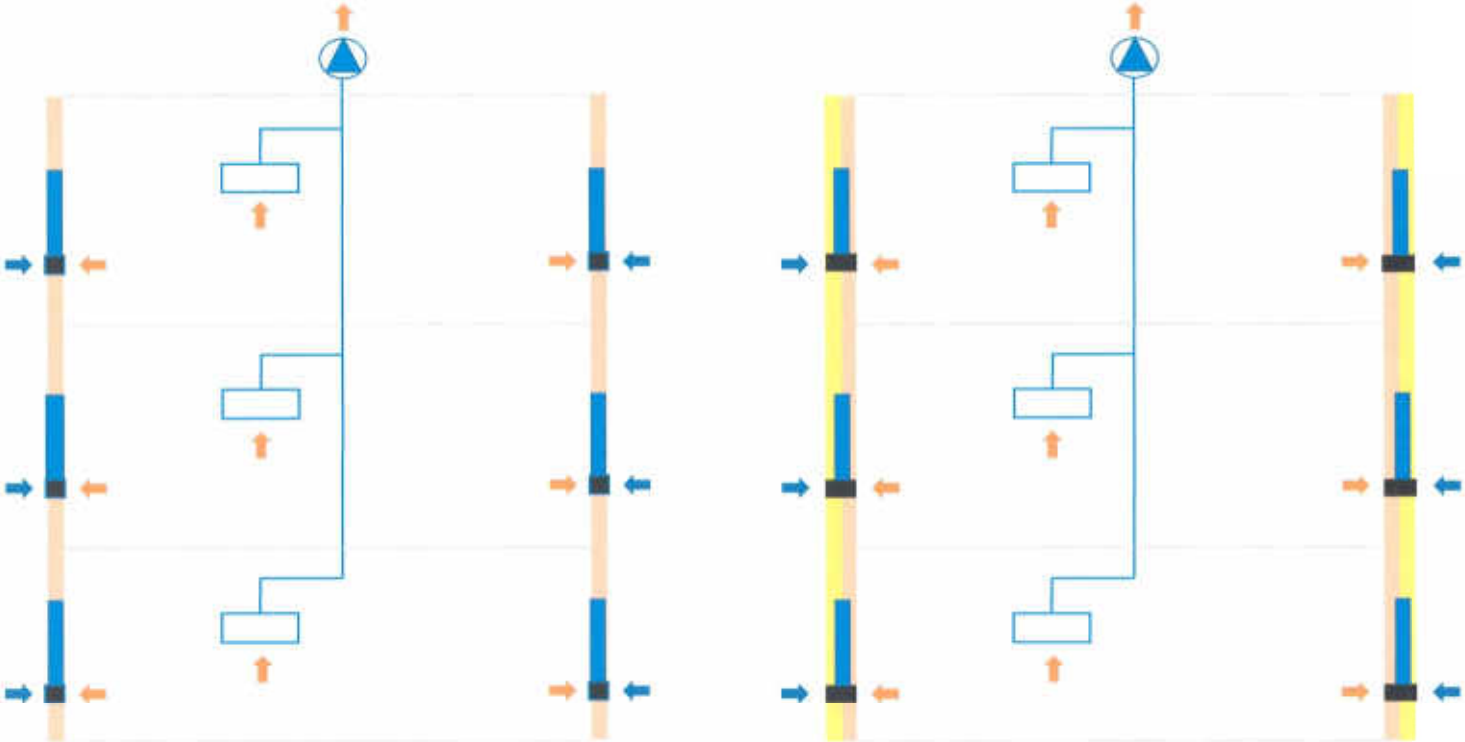


2

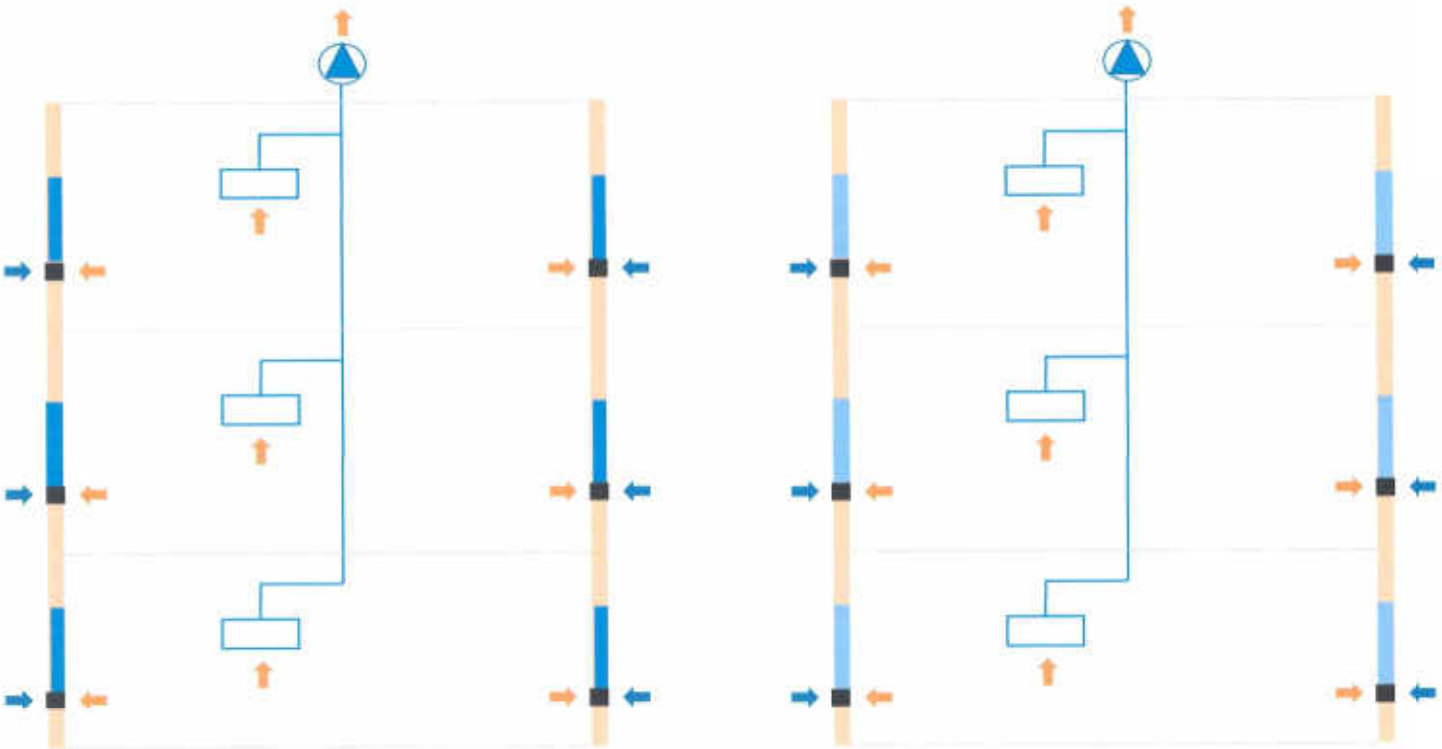



3A
Konstanttryks styring
P
3B
Konstanttryks styring
CAV
CAV
CAV
P
3C
Ventilator optimeret styring
VAV
VAV
VAV

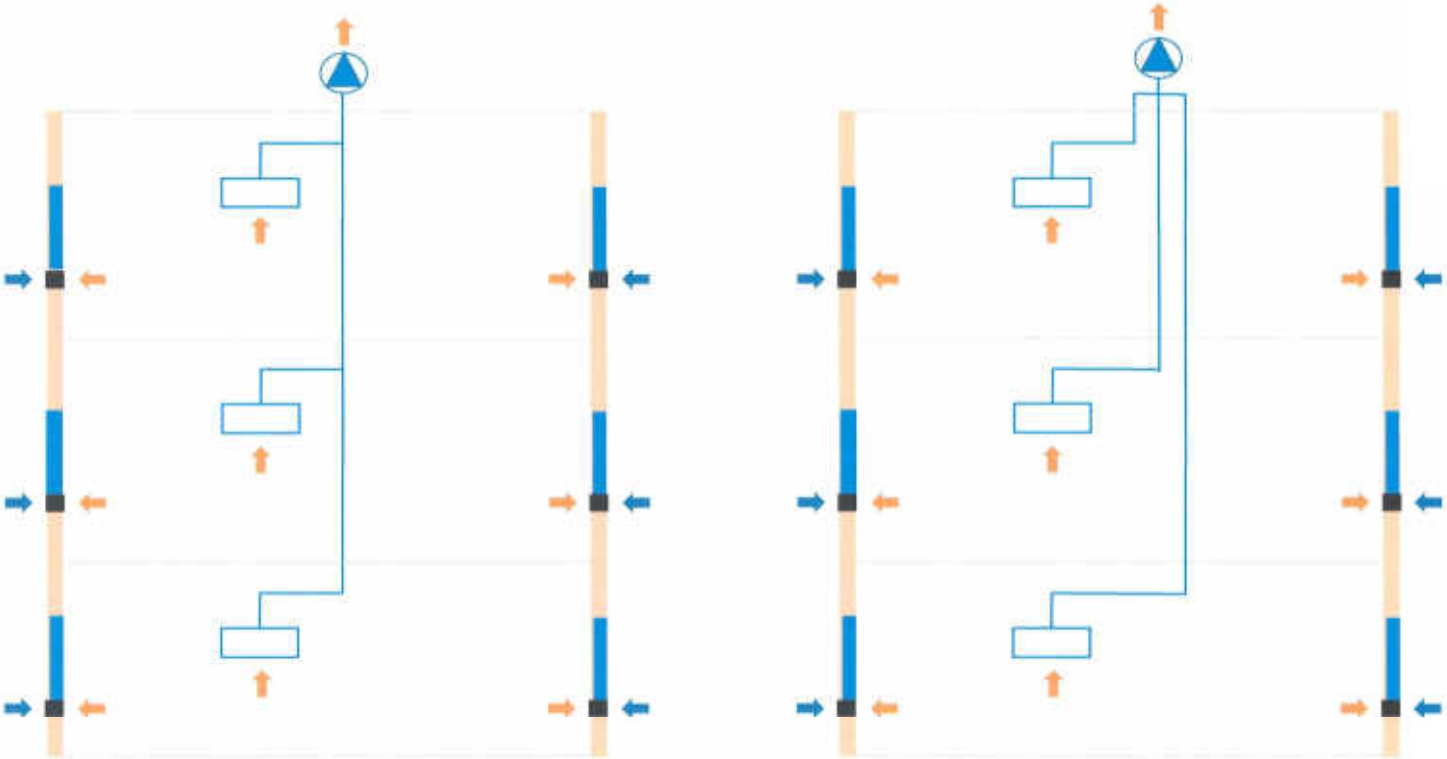
Eksisterende facade / efterisoleret facade



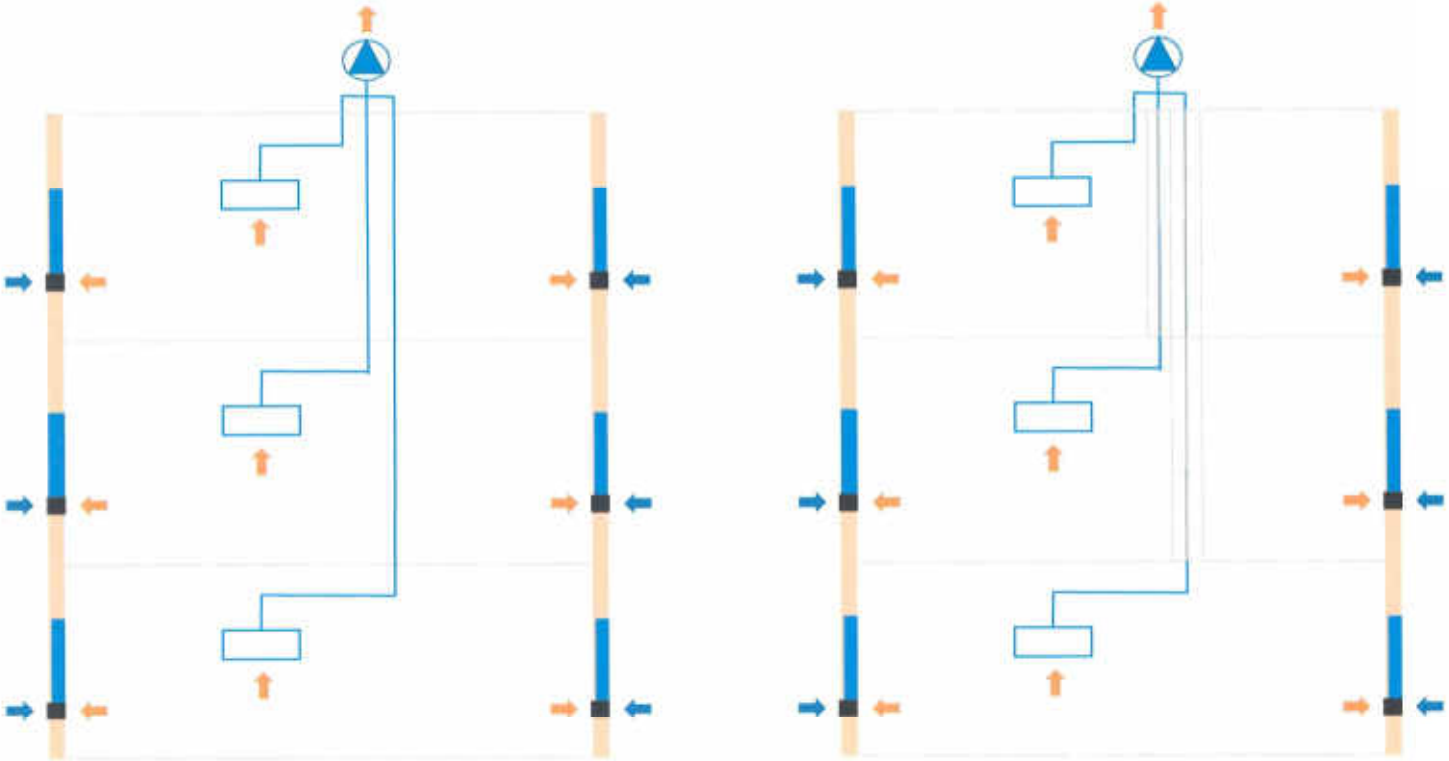
Eksisterende vinduer / nye vinduer

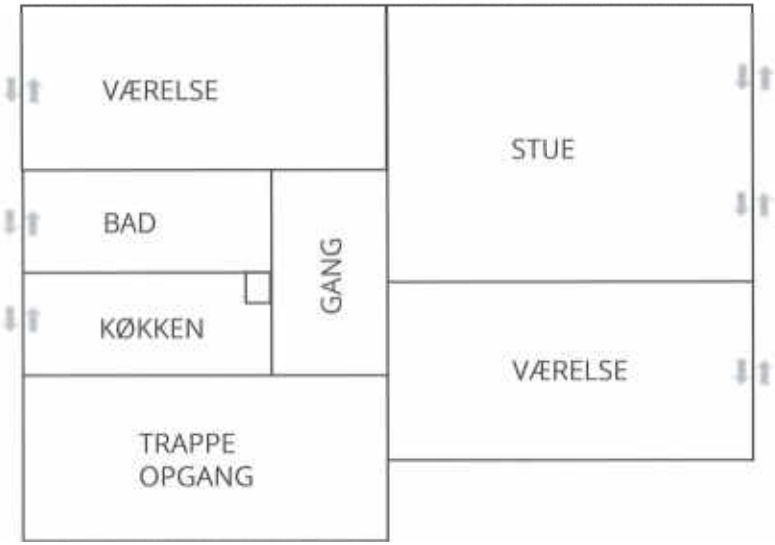


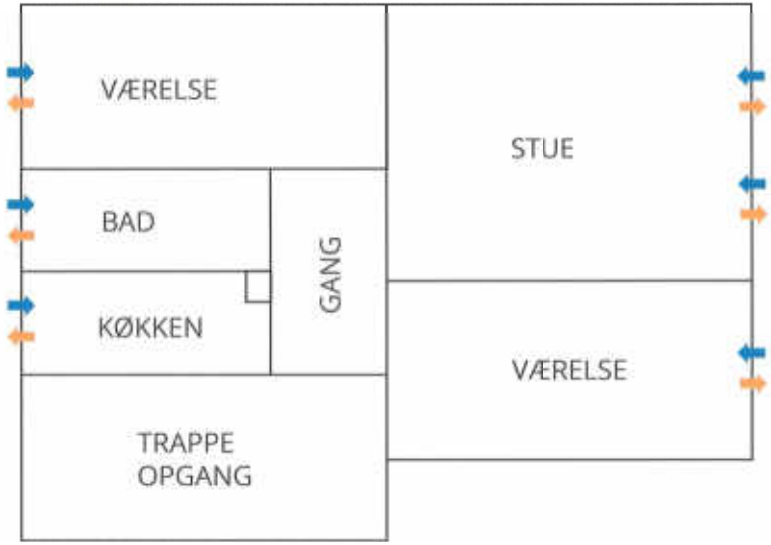
Eksisterende emhættesystem / nyt emhættesystem

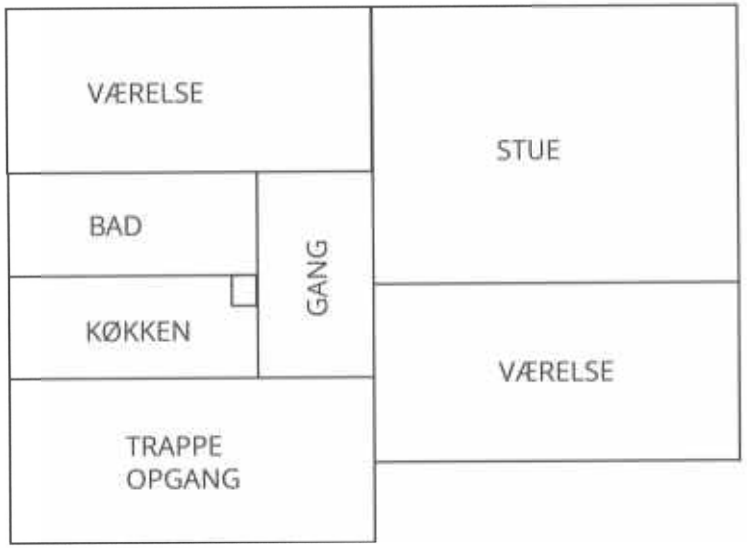


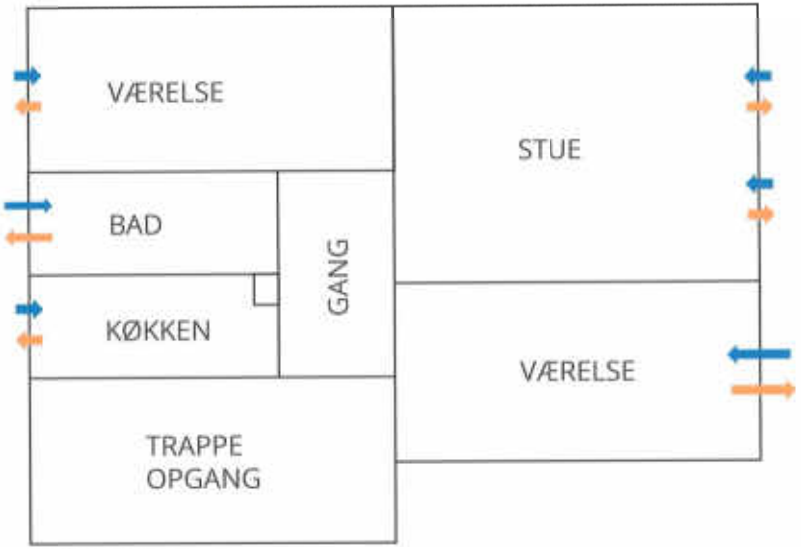
Nyt emhættesystem med nye kanaler / nyt emhættesystem med eksisterende bygningskanaler

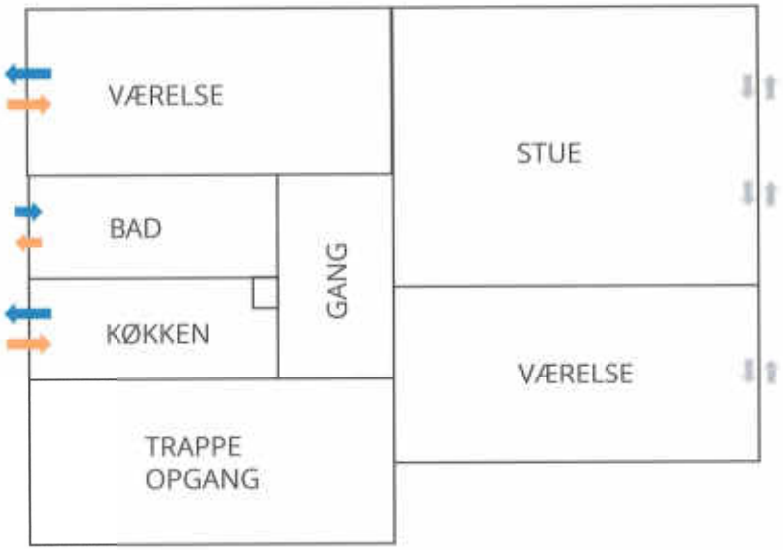


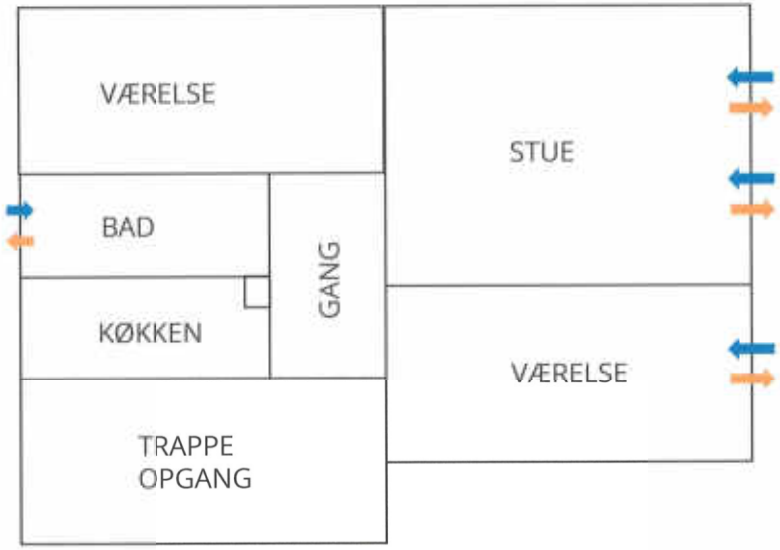

VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG

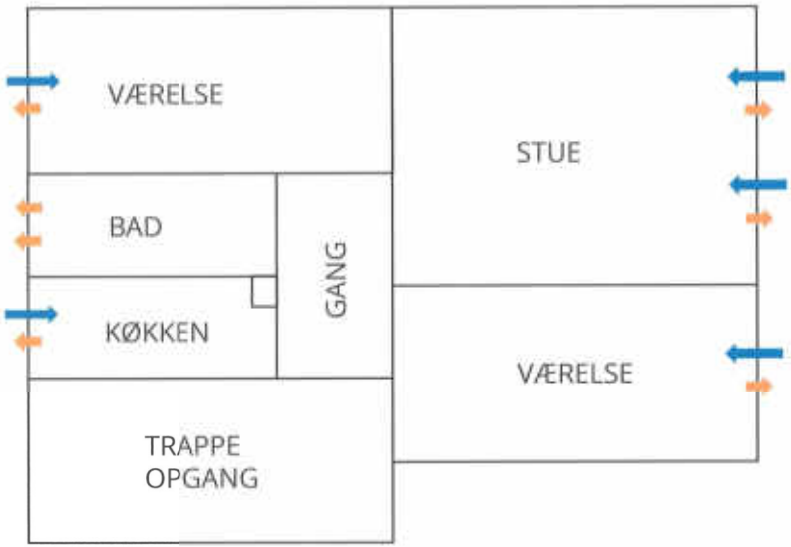

VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG

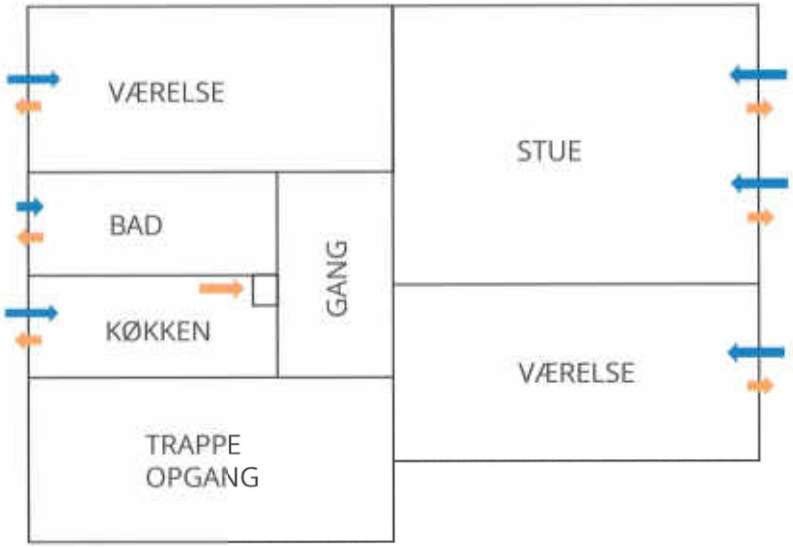

VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
BAD
GANG
KØKKEN
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG

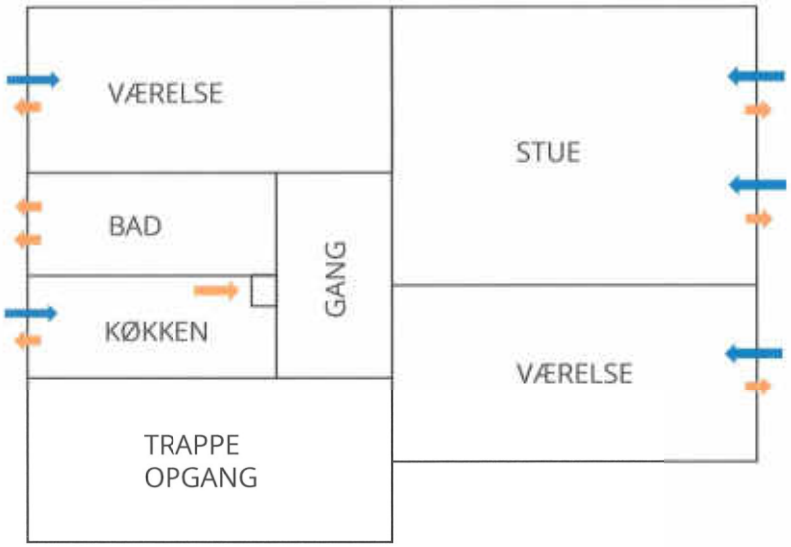
Trin 3- Forceret badeværelse
Begge ventilatorer i badeværelse ændres til udsugning. I øvrige rum sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til badeværelse.
Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.

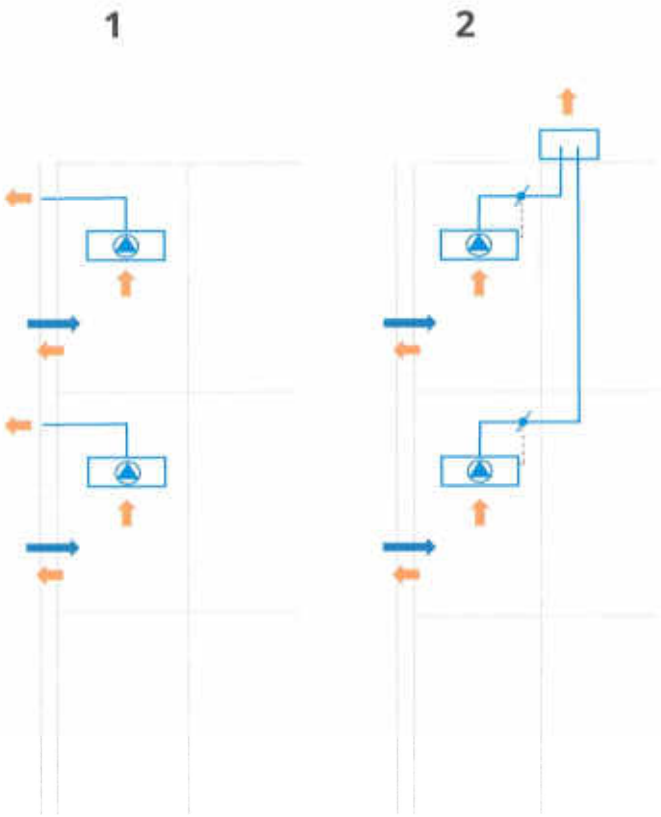


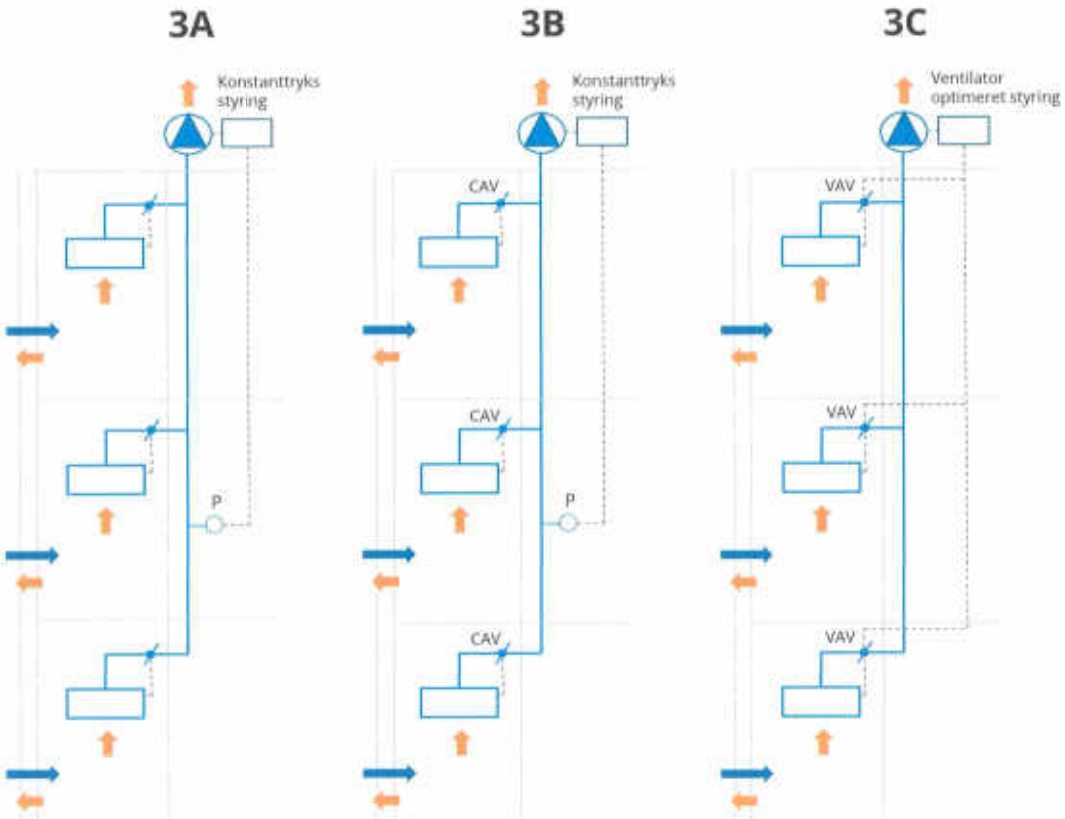
Trin 4- Forceret emhætte
Emhætte suger ud fra køkken.
Badeværelse fortsætter driften uændret uafhængigt af de øvrige rum.
På alle øvrige ventilatorer sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til emhætte.
Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.



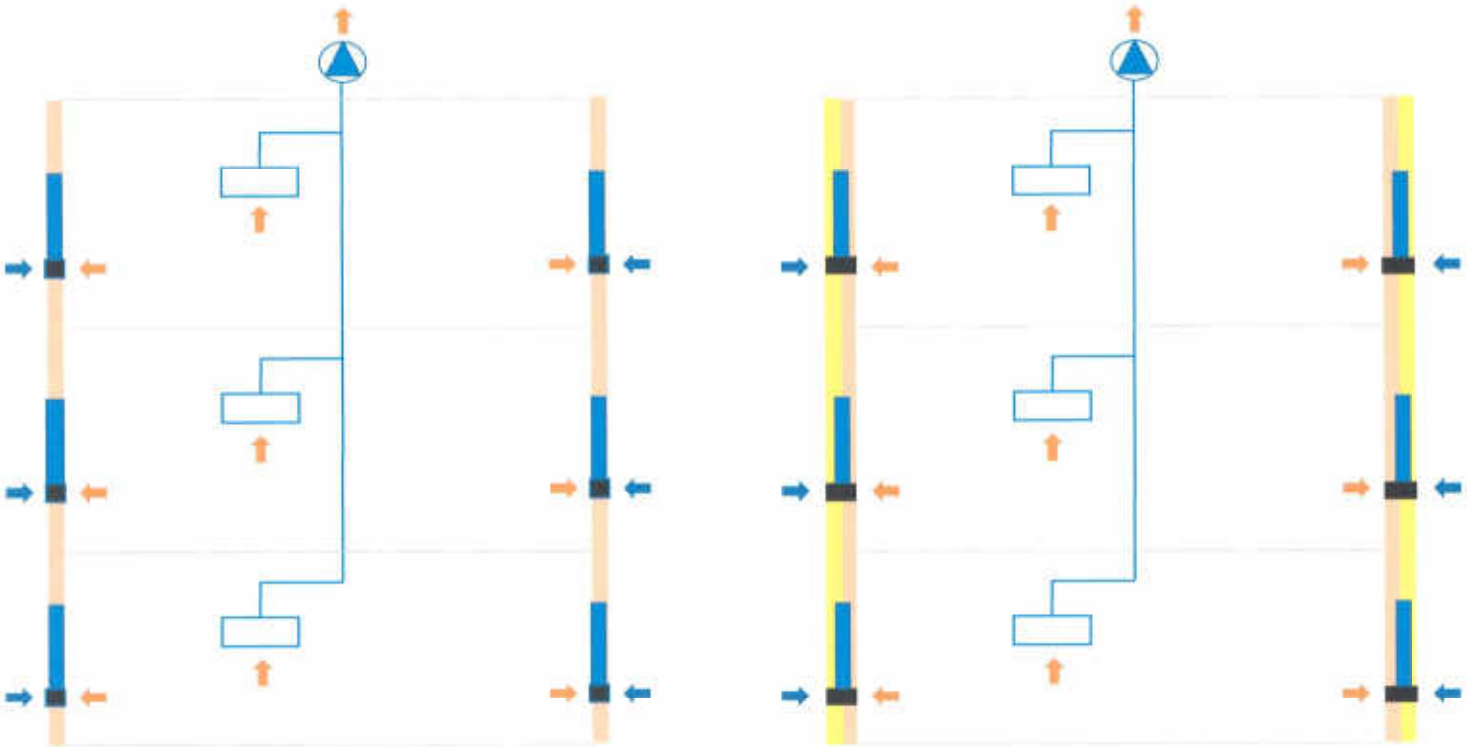
Trin 5- Forceret emhætte og badeværelse
Begge ventilatorer i badeværelse ændres til udsugning og emhætte suger ud fra køkken. På alle øvrige ventilatorer sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til emhætte og badeværelse. Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.



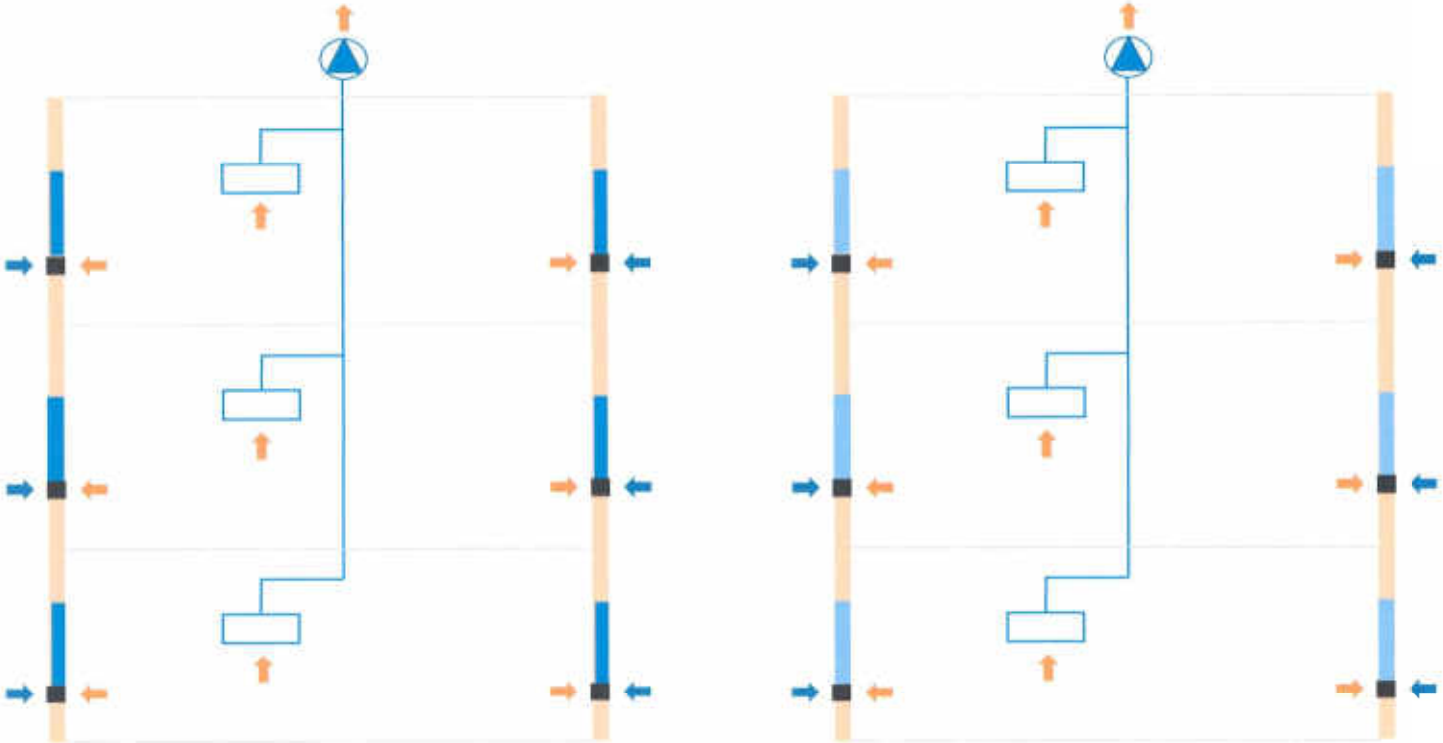

1
2


3A
Konstanttryks styring
P
3B
Konstanttryks styring
CAV
CAV
CAV
P
3C
Ventilator optimeret styring
VAV
VAV
VAV

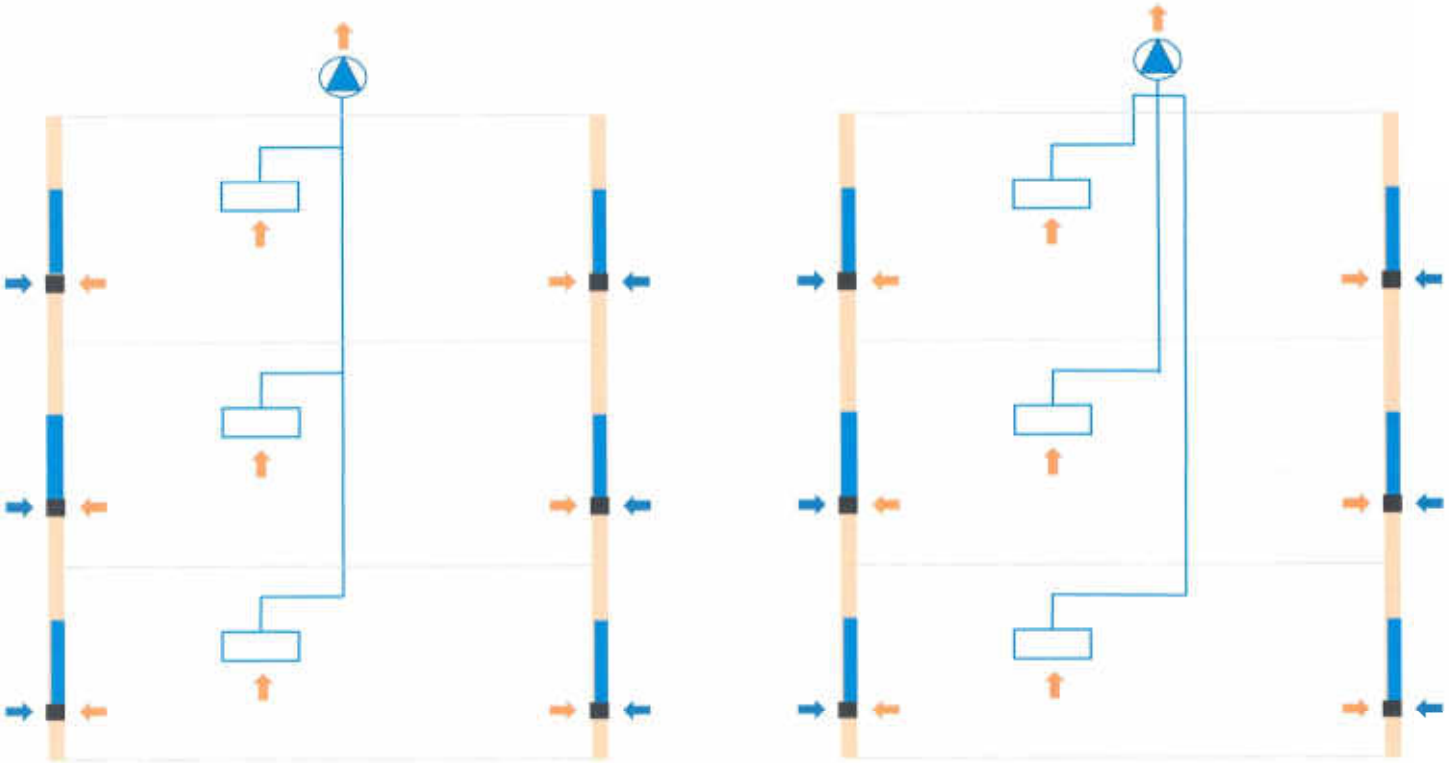
Eksisterende facade / efterisoleret facade



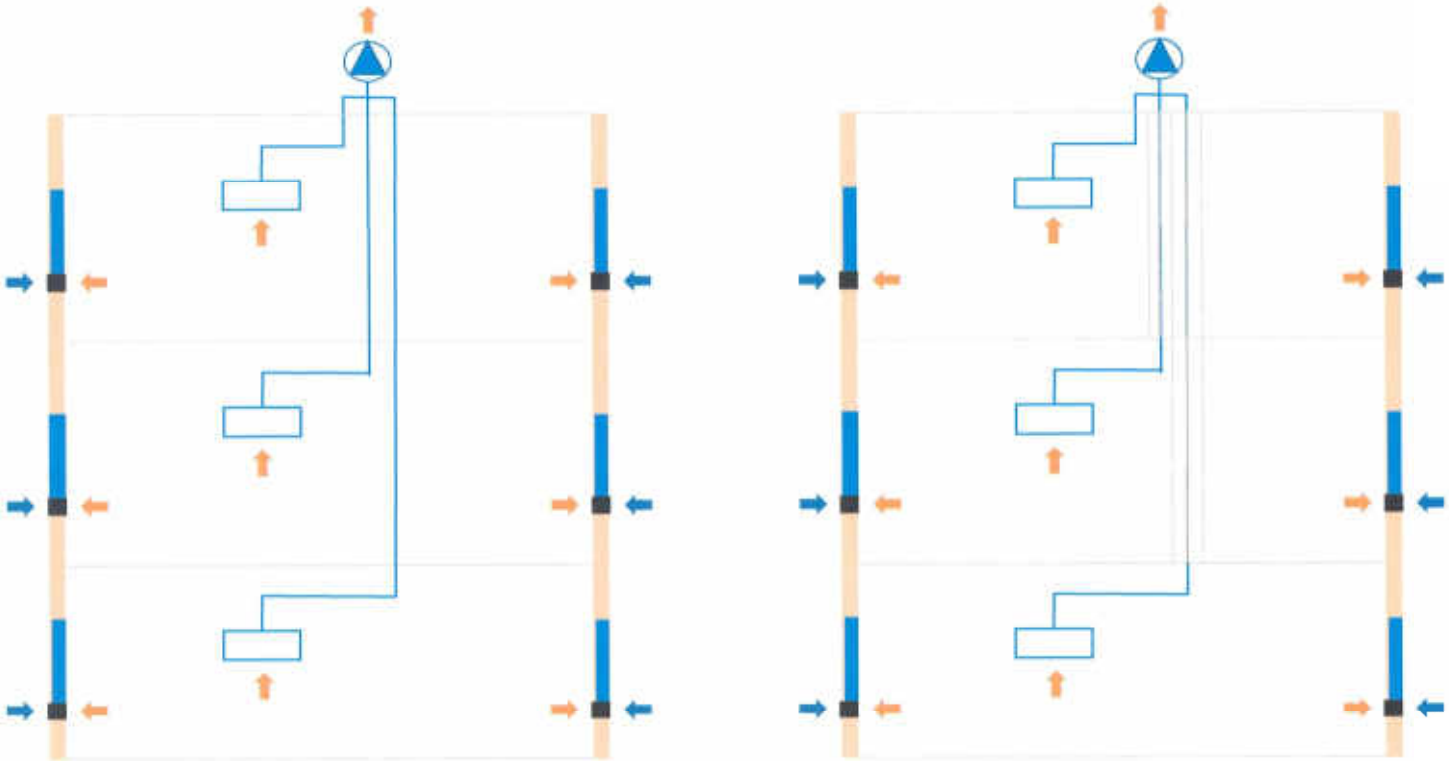
Eksisterende vinduer / nye vinduer



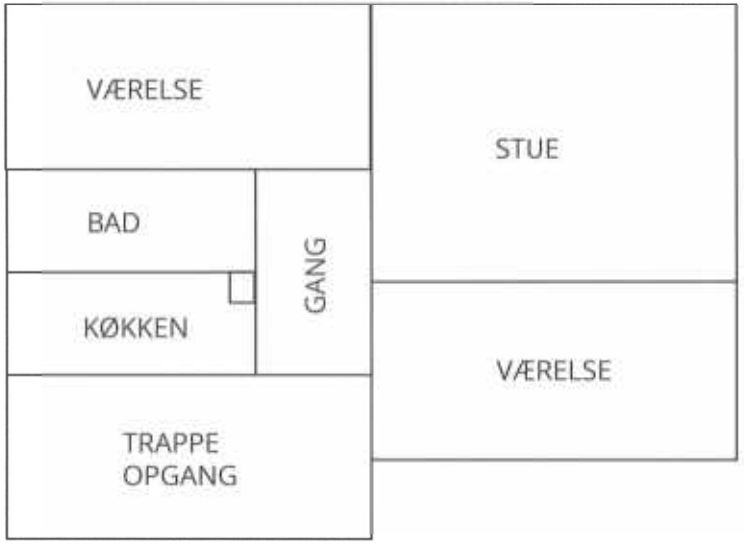
Eksisterende emhættesystem / nyt emhættesystem



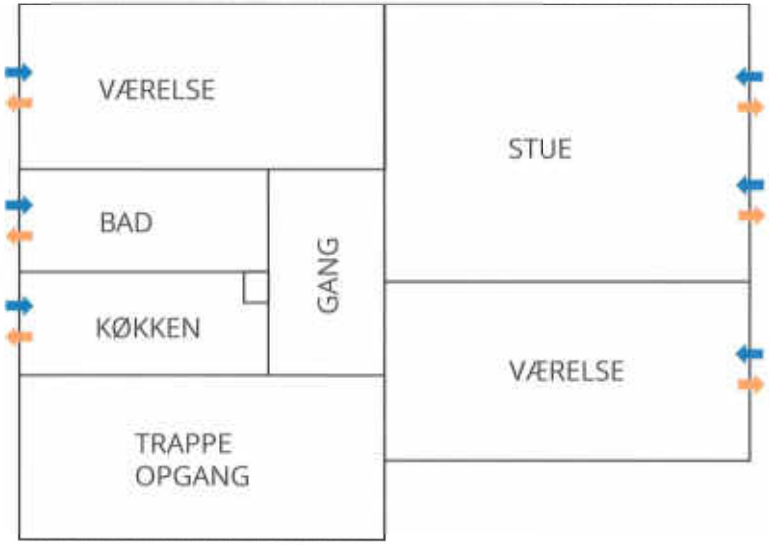
Nyt emhættesystem med nye kanaler / nyt emhættesystem med eksisterende bygningskanaler



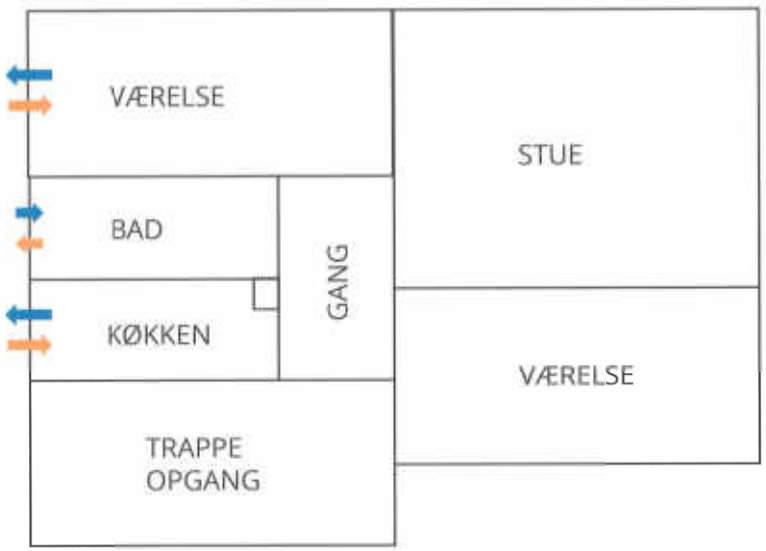
Trin 0 – off
Alle ventilatorer er slukket og åbninger afspærret

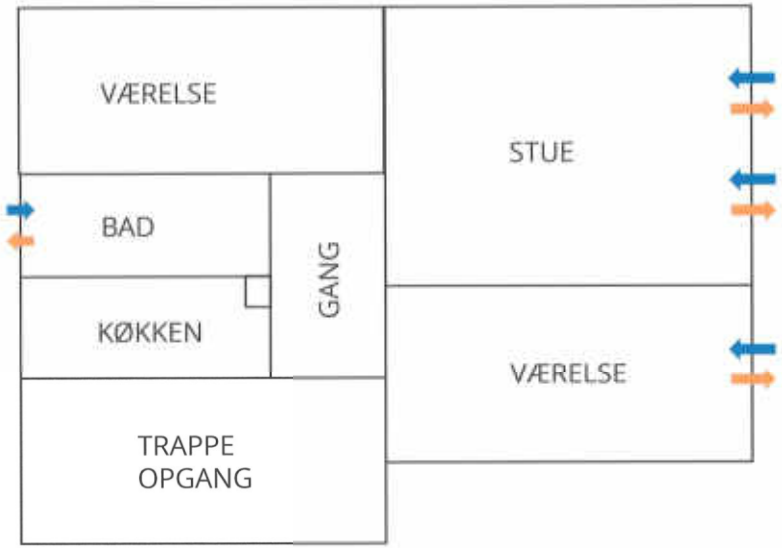


Trin 1- Grundluftskifte med behovsstyring
Alle ventilatorer enheder er i balance og kører mellem minimumsluftskifte og max i forhold til behovsstyring i det enkelte rum

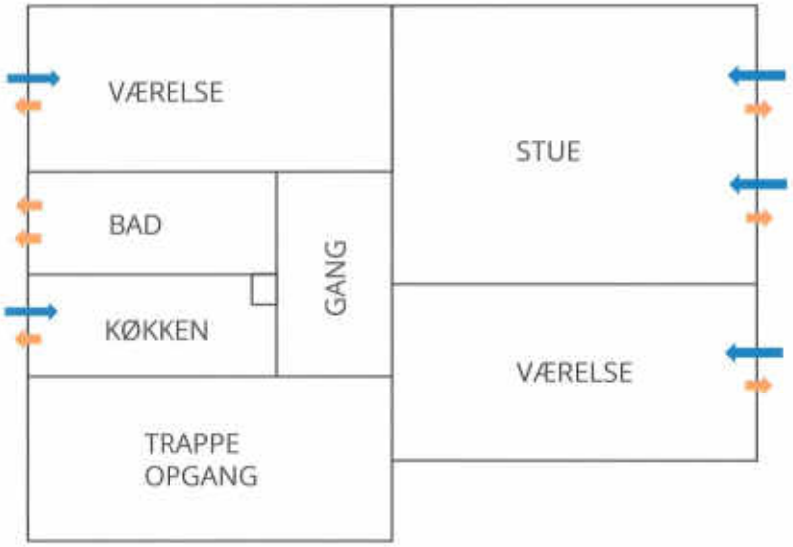


Trin 2- Grundluftskifte ved høje vindhastigheder
Ventilatorer ved den facade 1 afspærres og ventilatorer ved facade 2 øger luftmængden så det svarer til grundluftskiftet for hele lejligheden.
Efter 10min. Byttes om mellem de 2 facader.
Badeværelse fortsætter driften uændret uafhængigt af de øvrige rum.
Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.
Hvis trin 3, 4 eller 5 er i drift ved høje vindhastigheder træder trin 2 ikke i kraft.

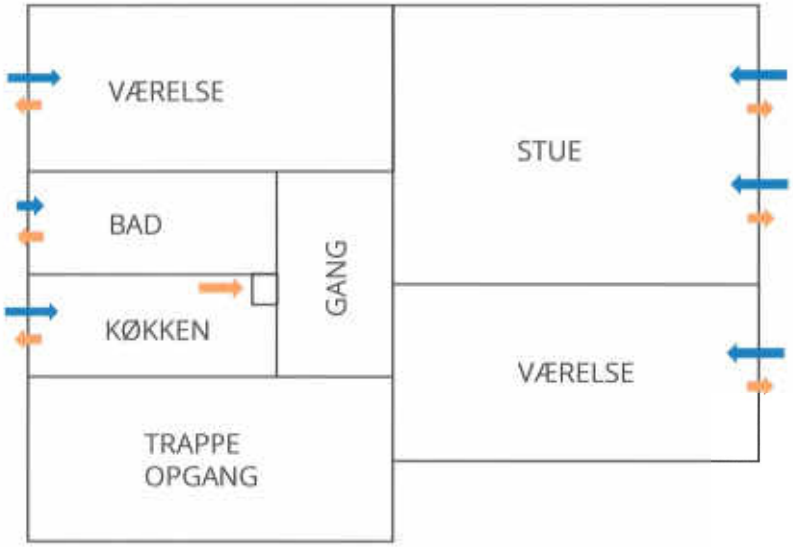




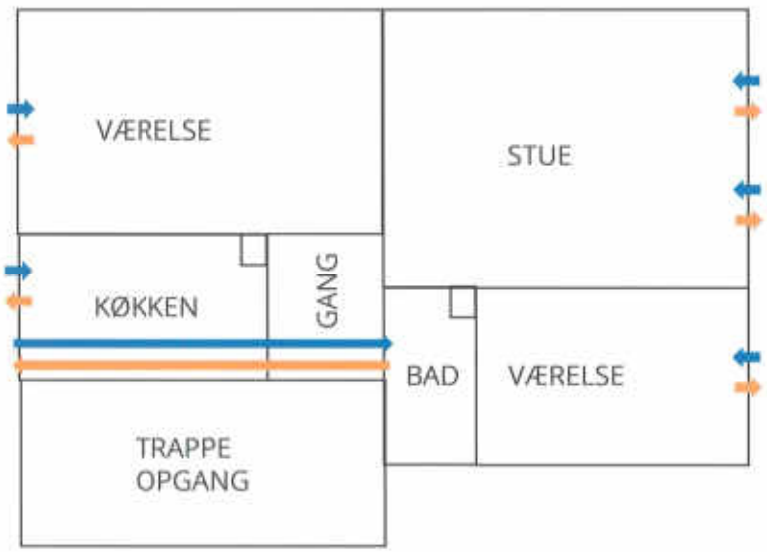
Trin 3- Forceret badeværelse
Begge ventilatorer i badeværelse ændres til udsugning. I øvrige rum sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til badeværelse.
Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.

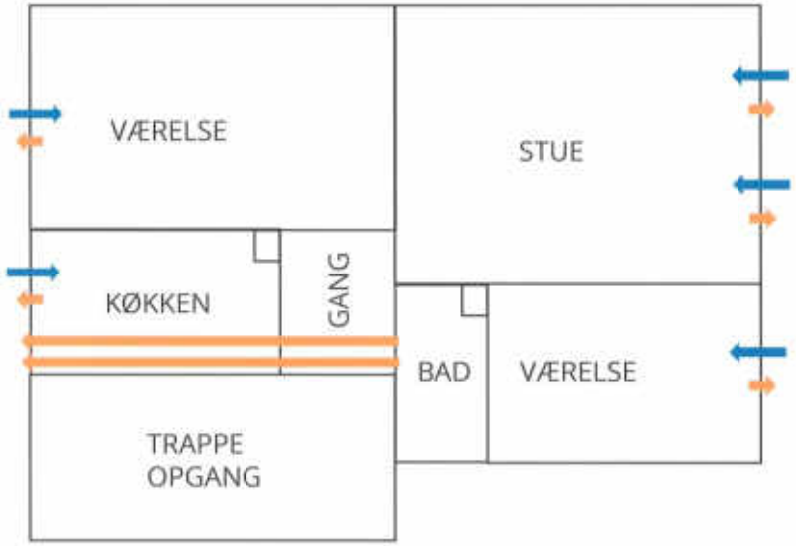


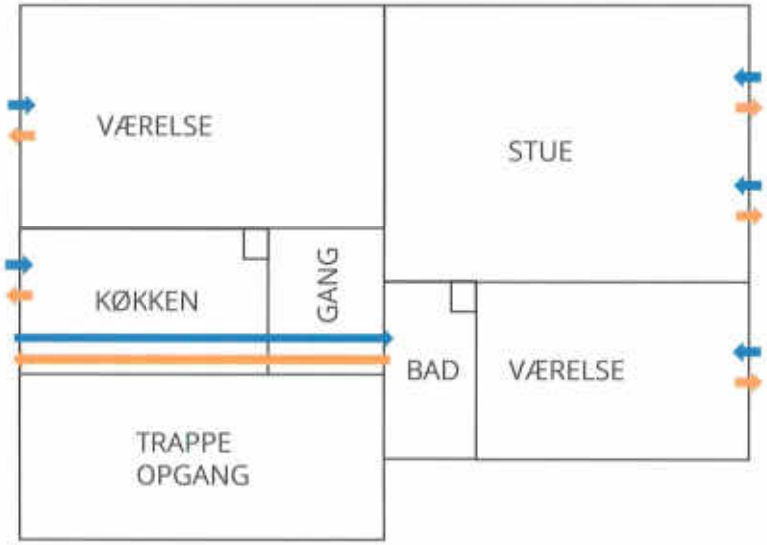
Trin 4- Forceret emhætte
Emhætte suger ud fra køkken.
Badeværelse fortsætter driften uændret uafhængigt af de øvrige rum.
På alle øvrige ventilatorer sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til emhætte.
Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.

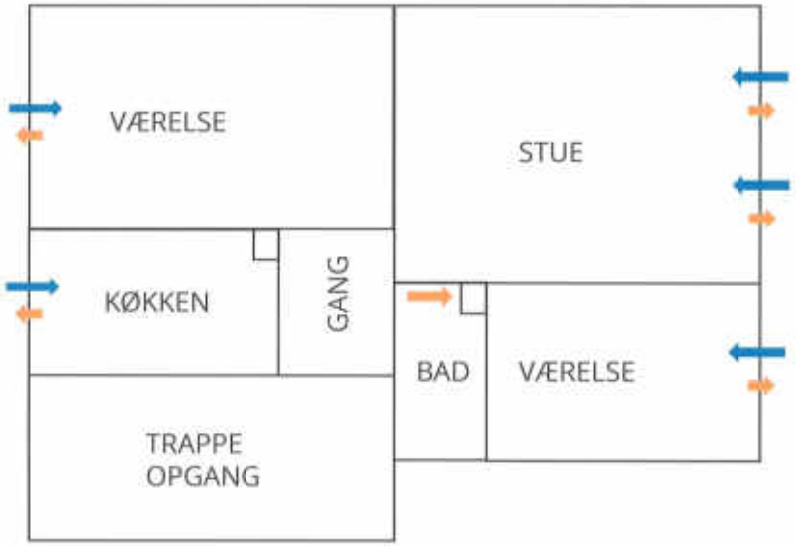


Trin 5- Forceret emhætte og badeværelse
Begge ventilatorer i badeværelse ændres til udsugning og emhætte suger ud fra køkken. På alle øvrige ventilatorer sættes udsugning til minimum og indblæsning øges så der sikres nok erstatningsluft til emhætte og badeværelse. Behovsstyring på rumbasis sættes ud af drift.


VÆRELSE
STUE
KØKKEN
GANG
BAD
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
KØKKEN
GANG
BAD
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
KØKKEN
GANG
BAD
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG


VÆRELSE
STUE
KØKKEN
GANG
BAD
VÆRELSE
TRAPPE
OPGANG

4. Styringsstrategi til mikroventilation

Styringsstrategi

Driftstrin

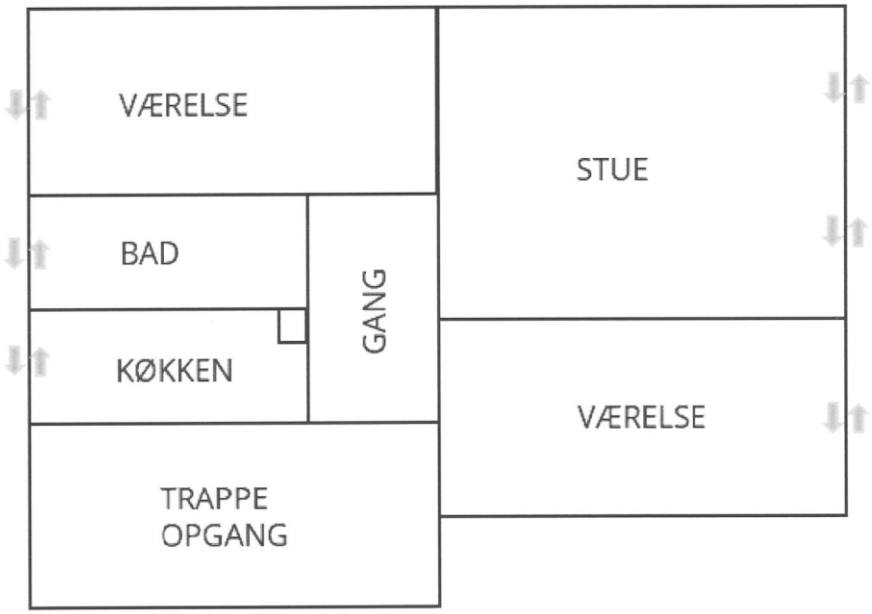
0 – Off
1- Grundluftskifte med behovsstyring
2- Forceret udsugning emhætte køkken

A- Kompensering ved høje vindhastigheder
B- Temperaturregulering/bypass af varmegenvinding
C- Røgsikring

0 – Off

Denne option kan bruges i forbindelse med service af MicroVent enhederne, eller hvis der opstår behov for fx at stoppe ventilatorerne, fx i tilfælde af beredskabsmeddelelser med anvisning om at lukke vinduer og døre og stoppe ventilationsanlæg. Funktionen aktiveres på betjeningspanelet.

Alle ventilatorer stopper og drejes 90 grader så åbningerne er afspærret. Der skal samtidig tændes en rød advarselslampe på betjeningspanelet, som viser at ventilationssystemet er stoppet.

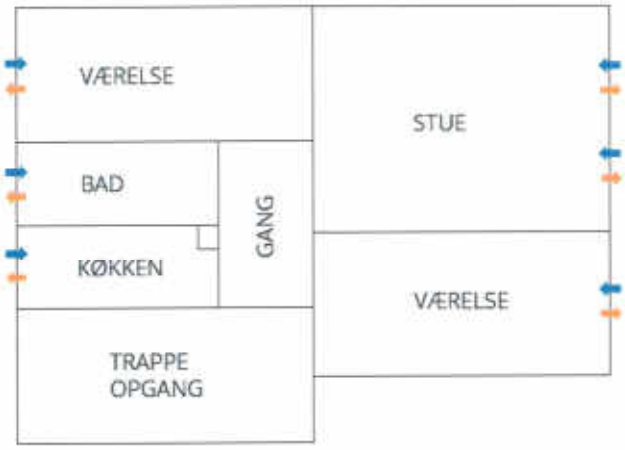


Princip for off

OBS. Styringen til MicroVent kan ikke afbryde emhætten. Det skal gøres separat på selve emhætten

1 – Grundluftskifte med behovsstyring

Alle ventilatorer kører ved min. luftskifte defineret som enten min ventilatorhastighed eller luftmængde svarende til 0,3l/s pr m² alt afhængigt af ventilatorantal i det enkelte rum iht. luftmængde dimensionering.



Princip for grundluftskifte

Ventilatorhastigheden reguleres gradvist op til max luftmængde det enkelte rum hvis input fra en eller flere sensorer i rummet overstiger de definerede setpunkter, og regulerer ned til grundluftskiftet når setunktet er opnået.

Nedenstående er defineret setpunkter for luftfugtighed, CO_2 og TVOC.

Luftfugtighed:

Registreres som forskellen i absolut fugtighed mellem indblæsnings- og udsugningsluft

Forslag til Setpunkt: $X_{inde} - X_{ude}$ = 2 g pr. kg tør luft[1] (justerbar værdi)

[1] Svarer fx til: 23°C, 40 %, 7 g/kg og 5°C, 90 %, 5 g/kg, dvs. ΔX = 2 g/kg.

Hvis den relative luftfugtighed i rummet er under 45% fastholdes grundluftskiftet.

CO_2 (option):

Registreres som en forskel i CO_2 koncentration mellem rumluft (alternativ udsugningsluft) og udeluft (fast værdi for udeluften: 400 ppm)

Forslag til Setpunkt: $CO_{2\_inde} - CO_{2\_ude}$ = 800 ppm [2]

[2] Værdi iht. DS/EN 16798-1:2019, Annex B, Table B.12 Category II

TVOC (option):

Registreres som en absolut koncentration af TVOC i rumluften:

Forslag til setpunkt: $TVOC_{inde}$ = 1.000 µg/m³ [4]

[3] Værdi iht.: DS/EN 16798-1:2019, Annex B, Table B.17, Low emitting products for low polluted buildings

Alternativt Forslag til setpunkt: $TVOC_{inde}$ = 300 µg/m³ [3]

[3] Værdi iht.: R1 – Riktlinjer for specifikation av inneklimatkrav 2013, Bilaga 3 Tabell B.3.2

Det bør dog vurderes om setpunkt værdien bliver for lav når der er tale om eksisterende byggeri med gamle materialer. Der kan således være en risiko for at behovsstyringen aldrig kommer ned på minimum.

Luftfugtighed badeværelse:

Ved registrering af en pludselig stigning i luftfugtigheden i badeværelset anvendes nedenstående strategi:

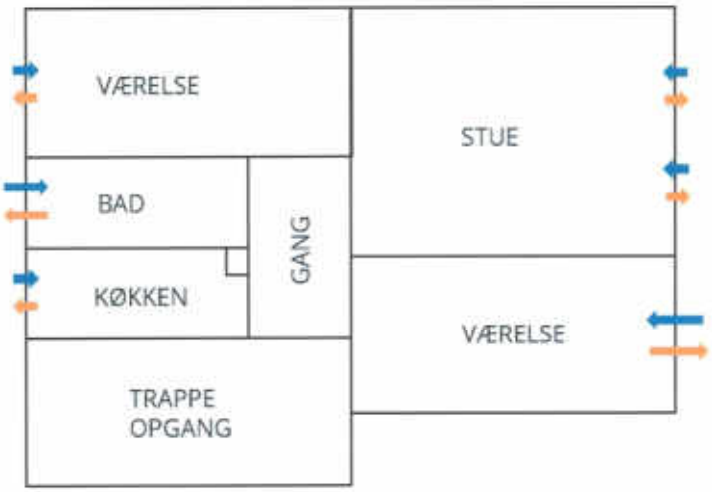
Forslag til set-punkt: $X_{inde} - X_{ude}$ = 4 g pr. kg tør luft[4] -> maks. luftskifte bad (15 l/s)

[4] Svarer fx til: 23°C, 55 %, 9 g/kg og 5°C, 90 %, 5 g/kg, dvs. ΔX = 4 g/kg.

Ekstra detektering pga. placering af Microvent enhed ikke kan være inden i brusekabine PIR/IR sensor eller ekstern fugtsensor i brusekabine

Forceret udsugning i badeværelse stopper og luftmængden reduceres når følgende parametre er opfyldt:

- Forcering har været aktiv i 30 minutter
- Den relative luftfugtighed i rumluften i badeværelset har samme niveau som før aktivering af forcering (dette forudsætter en løbende logning af den relative luftfugtighed i udsugningsluften).



Princip for behovsstyring hvor luftfugtighed i badeværelse, og det ene værelse er over setpunktet

2 – Forceret udsugning emhætte

Ved registrering af at emhætte er blevet tændt, skifter systemet til trin 2.

Ventilatorer i badeværelse fortsætter driften som i trin 1 uafhængigt af de øvrige rum.

I alle øvrige rum inkl. køkken sættes udsugningsventilatorerne til minimum hastighed og indblæsningsventilatorerne øger hastigheden så de tilsammen kan bidrage med tilstrækkelig erstatningsluft til emhætten alt afhængigt af ventilatorantal i det enkelte rum iht. luftmængde dimensionering.

Hvis setpunktet for behovsstyringen i de enkelte rum overstiges reguleres ventilatorhastigheden gradvist op i dette rum i det omfang det er muligt i forhold til stadigvæk at bidrage med tilstrækkelig erstatningsluft til emhætten.

Princip for forceret udsugning fra emhætte

Ved registrering af at emhætte er slukket, skiftes tilbage til trin 1.

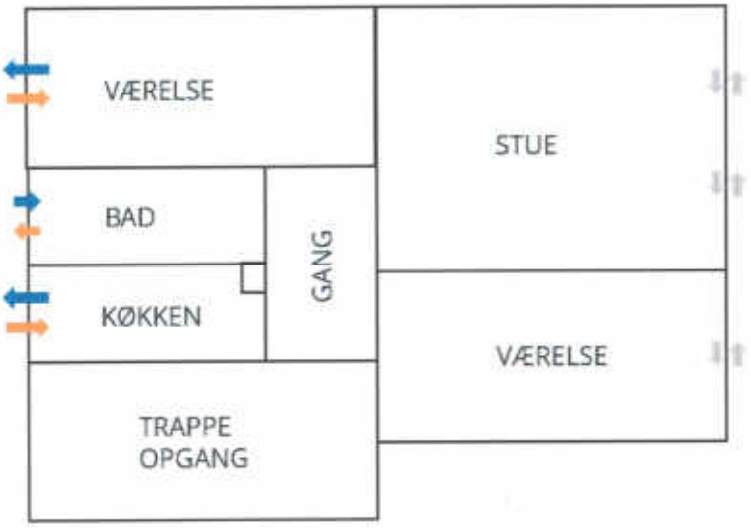
A - Kompensering ved høje vindhastigheder

Differenstrykket på den enkelte facade registreres af tryksensorer i de enkelte MicroVent enheder på den pågældende facade.

De absolutte trykket indeni boligen ligger på et niveau mellem de forskellige absolutte tryk udenpå facaderne. MicroVent styrer aktivt, hvilke differenstryk, der skal være over hver af MicroVent-enhederne, for at tilgodese den bedst mulige ventilation af boligen.

På et givet tidspunkt kan systemet vælge at lukke for nogle enheder, f.eks. på vindsiden af bygningen og så ventilere mere ved de andre enheder For at sikre at minimumsluftskiftet iht. bygningsreglementet opretholdes. Senere kan systemet vælge at lukke MicroVent på læsiden, så lokaler på vindsiden kan ventileres.

Ventilatorer i badeværelse fortsætter driften uafhængigt af de øvrige rum.



Princip for grundluftskifte ved høje vindhastigheder hvor MicroVent enheder i stue og det ene værelse er lukket af pga. for højt vindtryk på den facade, og luftmængde er hævet i værelser og køkken.

B – Temperaturregulering/bypass af varmegenvinding

Bruger bør kunne indstille sætpunktet for maksimal rumtemperatur, så varmegenvindingen reduceres ved rumtemperaturer over dette niveau (forudsat at udetemperaturen er lavere).

Ved ønske om en lavere indblæsningstemperatur ændres cyklustiden på ventilatorerne så varmegenvindingen reduceres, eller "bypasses" varmegenvinding så der ikke ændres retning på ventilatorerne. Dette sker på rumbasis i trin 1 og som et samlet system for hele lejligheden ved trin 2

B – Røgsikring

Ved detektering af røg i indtagsluften på en MicroVent enhed slukkes alle MicroVent enheder i lejligheden og ventilatorerne drejes til afspærret position.

Hvis emhætte er i drift, skal den slukkes manuelt af lejlighedens beboere

Automatik og Sensorer

Betjeningspanel:

Justering af indblæsningstemperatur. Centralt eller pr. rum?

Rød lampe til indikering af når enheder er slukket eller har fejl. Centralt eller pr. rum/enhed?

Mulighed for at slukke MicroVent enheder Central?

Fysiske kontakter/touchpanel/app/vicevært PC

Sensorer:

I alle MicroVent enheder er følgende sensorer indbygget:

- Temperatursensor
- Luftfugtighedssensor
- TVOC sensor
- Tryksensorer
- Effektmåler
- Røgsensor

Som en option er det muligt at indbygge følgende sensorer i MicroVent enhederne:

- CO_2 sensor

Ved emhætte indbygges følgende sensor:

- tryksensor

Udendørs placeres fælles sensorer til alle enheder for:

- Temperatur
- Luftfugtighed

Nedenfor er angivet krav til de forskellige typer sensorer

Temperatursensor

Temperatursensor placeret i luftstrømmen indvendigt ved siden af gearboksen. Der ændres ikke på den hidtidige udformning.

Luftfugtighedssensor

Fælles luftfugtighedssensor for udendørs luftfugtighed placeres et centralt sted uden på bygningen. Kommunikation sker trådløst med MicroVent Enheder.

Luftfugtighedssensorer for indendørs luftfugtighed placeres ud for gearboksen på den enkelte MicroVent enhed. For at sensoren ikke risikerer at blive påvirket af luftstrømmen fra ventilatorerne monteres sensoren inden i et lodret plasticrør så ventilationsluften kan passere forbi uden at påvirke sensoren.

Ændringer i luftfugtigheden registreres ved er at sammenligne forskellen i absolut luftfugtighed mellem ude- og indendørs luften.

For at sikre en hurtig detektering af luftfugtighed, og pludselige stigninger i bad bør sensoren her suppleres med anden detektering (PIR/IR/andet).

Fælles luftfugtighedssensor for udendørs luftfugtighed placeres et centralt sted uden på bygningen. Kommunikation sker trådløst med MicroVent Enheder.

Tryksensor

Tryksensorer er placeret med udtag ud for gearboksen på MicroVent enheden. Differenstrykket registreres som en forskel mellem trykket på ind og udvendig side af MicroVent enheden

For højt vindtryk registreres ved ændringer i differenstryk over MicroVent enhederne.

Effektmåler

Måling af optaget effekt i hver MicroVent enhed. Der ændres ikke på den hidtidige udformning.

Røg sensor

Røg sensoren for detektering af røg er placeret i luftstrømmen i den enkelte MicroVent enhed.

Røgsensorer skal iht. DS 428:2019 overholde den relevante del af DS/EN 54 serien: Brandalarmsystemer.

CO_2 sensor (option)

CO_2 sensoren er placeret ud for gearboksen på den enkelte MicroVent enhed. For at sensoren ikke risikerer at blive påvirket af luftstrømmen fra ventilatorerne monteres sensoren inden i et lodret plasticrør så ventilationsluften kan passere forbi uden at påvirke sensoren.

Ændringer i CO_2 niveauet registreres ved at sammenligne forskellen i CO_2 koncentrationen i indendørsluften med en fast værdi for udendørsniveauet (400 ppm).

CO_2 sensoren skal være autokalibrerende så den laveste værdi målt over en periode på 2 uger sættes lig med duekoncentrationen (400 ppm).

TVOC sensor

TVOC sensoren er placeret ud for gearboksen på den enkelte MicroVent enhed. For at sensoren ikke risikerer at blive påvirket af luftstrømmen fra ventilatorerne monteres sensoren inden i et lodret plasticrør så ventilationsluften kan passere forbi uden at påvirke sensoren.

Ændringer i TVOC niveauet registreres ved at sammenligne forskellen i TVOC niveau i ude- og indendørs luften eller for ekstern sensor ved at sammenligne TVOC niveauet i indendørsluften med en fast værdi for udendørsniveauet

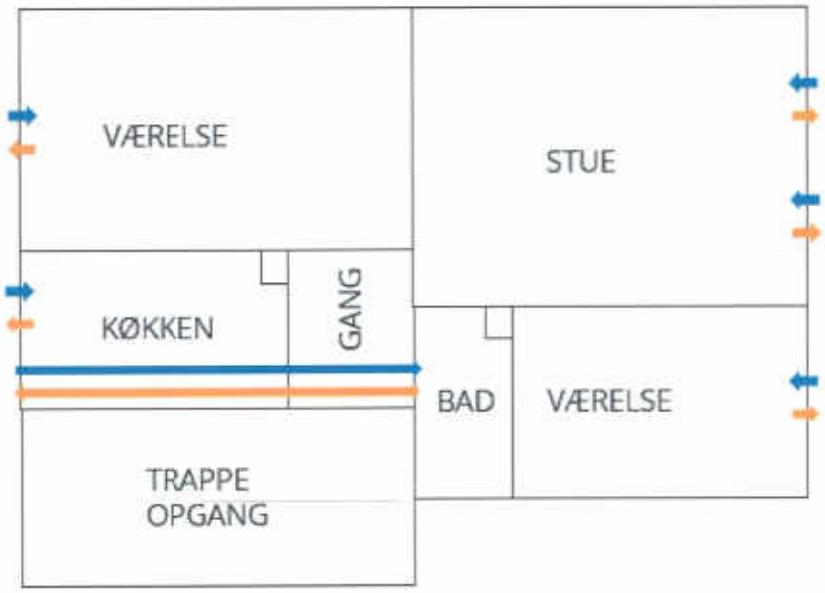
TVOC sensoren skal være autokalibrerende så den laveste værdi målt over en periode på 2 uger sættes lig med duekoncentrationen

Tryksensor emhætte

Tryksensor til emhætte skal kunne detektere undertryk i udsugningskanalen fra emhætten og videresende signal til MicroVent enhederne om skift af drifttrin.

Forhold omkring indeliggende badeværelse/toilet

I lejligheder med indeliggende badeværelse/toilet kan MicroVent enhed placeres i skillevæg og kanalforbindes til luftindtag/afkast i facade hvis kanallængden ikke overstiger 4m, ø125. Kanalerne skal varme og kondensisoleres. Microvent enhed placeres i skillevæg til baderum



Skitse af indeliggende badeværelse med kanalført MicroVent

Lyddæmpning/støj

Der skal arbejdes på dæmpning af lydtransmissionen gennem MicroVent enhederne så udefrakommende støj reduceres. Når de mulige tiltag til lyddæmpning er afklaret, kan der defineres en dæmpningsværdi for MicroVent på samme måde som ved vinduer.

Der skal undersøges hvad det gør ved lydbilledet i lejligheden hvis hastigheden på ventilatorerne skal ændres mellem høj og lav når luftretningen vendes i de tilfælde hvor emhætte og/eller udsugning i bad er aktiv.

Ligeledes kan det overvejes at undersøge hvordan en evt. start / stop sekvens i forbindelse med afspærring af ventilatorer ved høj vindhastighed kan påvirke lydbilledet i lejligheden.

5. Krav til emhættesystem

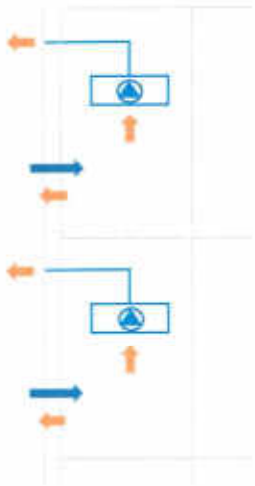
Krav til emhætte system

De krav der her er formuleret til emhætte systemet er ikke en del af kravsspecifikationen for MicroVent, men en forudsætning for at systemet vil kunne fungere som tiltænkt. Kravene er stillet op for flere forskellige udformninger af emhætte systemer.

Kravene skal munde ud i en vejledning/guide der beskriver de forudsætninger der er nødvendige for at et emhættesystem kan fungere sammen med MicroVent systemet i etageboliger.

Generelt gælder at emhætten skal aktiveres elektrisk/elektronisk så det er muligt at anvende strømoptaget som en detektering af at emhætten er i drift.

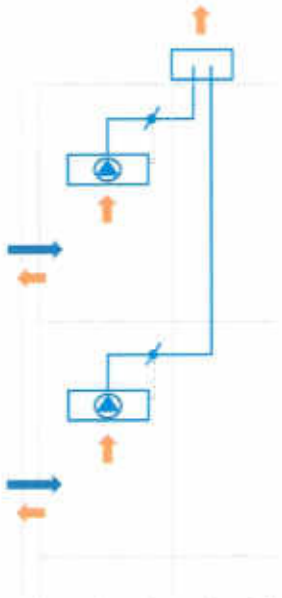
1. Emhætter med egen ventilator og afkast gennem ydervæg



Et system med emhætter med egen ventilator, som kan tændes og slukkes efter behov, med afkast gennem ydervæggen vil kunne fungere efter hensigten i systemet Såfremt luftmængden for emhætten ikke overstiger xx m^3/h.

Opmærksomheden henledes på at denne løsning normalt ikke vil kunne overholde kravene i bygningsreglement 2018, § 424 vedr. luftindtag- og afkast samt DS447 3. udgave kap. 6.2.2. vedr. luftindtag- og afkast, og derfor sandsynligvis vil kræve en dispensation fra den enkelte bygningsmyndighed.

2. Emhætter med egen ventilator og afkast over tag



Et system med emhætter med egen ventilator, som kan tændes og slukkes efter behov, med separat afkast over tag vil fungere efter hensigten i systemet Såfremt luftmængden for emhætten ikke overstiger xx m^3/h.

Opmærksomheden henledes på at emhætten skal have tilstrækkeligt drivtryk til at overvinde modstanden i kanalsystemet. Hvis kanaler fra flere lejligheder afsluttes i en fælles taghætte, skal det sikres at der ikke kan ske tilbagestrømning til, eller skabes ubalance i luftmængderne i lejligheder hvor emhætten ikke er aktiv. Dette kan f.eks. ske med et afspærringsspjæld ved den enkelte emhætte.

Såfremt emhætter fra flere lejligheder tilsluttes en fælles afkastkanal, er der behov for en vurdering af trykforholdene i kanalen ved forskellige samtidigheder således at luftmængden til den enkelte emhætte ikke bliver for lav eller for høj. Der kan være behov for en luftmængderegulering med et CAV- eller VAV-spjæld ved hver emhætte for at sikre den korrekte luftmængde i alle situationer.

For både fælles- og separate afkastkanaler skal kravene til brandsikring iht. DS428 overholdes. Brandsikringstiltag er ikke vist på skitserne da kravene kan variere fra byggesag til byggesag.

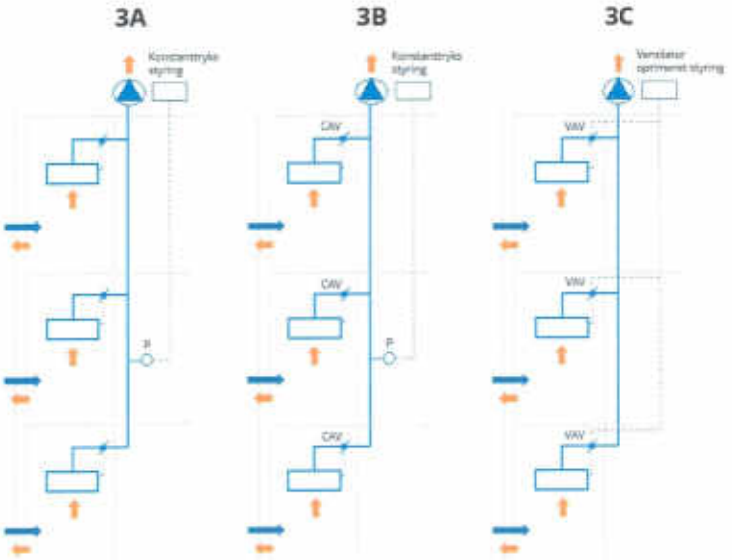
3. Emhætter med fælles ventilator og afkast over tag

Et system med emhætter med en fælles ventilator og afkast over tag vil kunne fungere i forbindelse med MicroVent systemet Såfremt luftmængden for den enkelte emhætte ikke overstiger xx m³/h, og såfremt den enkelte emhætte kan afspærres helt når den ikke er aktiveret, så der ikke skabes ubalance i systemet i de øvrige lejligheder. For alle de skitserede løsninger vil det være nødvendigt at den fælles ventilator kan reguleres i hele området fra kun en emhætte i drift til alle emhætter er i drift. Derudover skal styringen kunne slukke ventilatoren helt når der ikke er nogen emhætter i drift f.eks. ved et indgangssignal forbundet til tænd/sluk knappen på alle emhætterne.

A) En mulig løsning kan være en fælles ventilator med konstanttryksregulering af trykket i den fælles udsugningskanal til emhætterne. Ventilatorstyringen aktiveres når mindst en emhætte er aktiv, og styringen holder et konstant tryk i udsugningskanalen. Alle emhætter indreguleres så den ønskede luftmængde er til stede ved det indstillede tryk. For at undgå ubalance i systemet kræver det at den fælles udsugningskanal er dimensioneret således at trykforskellen mellem øverste og nederste lejlighed er ubetydelig for at tilsikre det samme konstante tryk for alle lejligheder. Afgreningen til den enkelte emhætte skal afspærres helt når emhætten ikke er i drift så der ikke kan skabes ubalance i den pågældende lejlighed når emhætten i de øvrige lejligheder anvendes.

B) En anden tilsvarende løsning der kan anvendes i tilfælde hvor der er trykforskel i den fælles udsugningskanal mellem øverste og nederste lejlighed kan være, at der ved afgreningen til den enkelte emhætte etableres et mekanisk CAV-spjæld der sikrer at luftmængden ikke bliver for stor over den enkelte emhætte. CAV-spjældet skal etableres med en lukkefunktion med en motor der kan afspærre kanalen når emhætten ikke er i drift.

C) En tredje løsning kan være anvendelse af en fælles ventilator med volumenstrømsreguleret (ventilatoroptimeret) styring der regulerer ventilatorens luftmængde i forhold til hvor mange spjæld der er åbne. Dette kræver anvendelse af elektronisk styrede VAV-spjæld indstillet til CAV funktion (lukket eller åben svarende til emhætteluftmængden) ved alle emhætte afgreninger. Alle spjæld skal have elektrisk forbindelse med tilbagemeldingssignal til styringen, som kan aflæse om de er lukkede eller åbne og hvad luftmængden er. Spjældene åbnes eller lukkes ved aktivering af emhætten. Denne løsning kan være problematisk ved anvendelse af VAV-spjæld med målekors hvor der kan være risiko for tilsmudsning som kan påvirke luftmængdemålingen.



3A. emhætte system med konstanttryksreguleret fælles ventilator og afspærringsspjæld spjæld ved emhætte. 3B. emhætte system med konstanttryksreguleret fælles ventilator og mekaniske CAV- spjæld med elektrisk afspærring spjæld ved emhætte.3C. emhætte system med ventilatoroptimeret fælles ventilator og elektroniske VAV-spjæld med CAV-funktion.

For alle tre løsninger skal kravene til brandsikring iht. DS428 overholdes. Brandsikringstiltag er ikke vist på skitserne da kravene kan variere fra byggesag til byggesag.

Supplement vedr. anvendelse af eksisterende aftrækskanaler i ældre bygninger

I mange ældre bygninger findes eksisterende aftrækskanaler fra køkken og badeværelser som er ført fra hver enkelt lejlighed og op over taget. Disse kanaler kan være lavet af eternit med indhold af asbest med en lille godstykkelse eller af støbt beton i en noget kraftigere godstykkelse.

Hvorvidt man kan anvende disse eksisterende aftrækskanaler for tilslutning af emhætter med egen ventilator eller emhætter med fælles ventilator vil typisk bero på en individuel vurdering af den enkelte bygning i forhold til kanalstørrelse, godstykkelse, tilstand og tæthed af kanalerne, brandsikringstiltag, og den lokale myndigheds vurdering af løsningen, og tolkning af lovgivningen.

I forhold til tæthed af eksisterende kanaler findes der løsninger til at foretage en indvendig coatning af kanalerne med materialer der er godkendt i forhold til brandbarhed.

I forhold til løsninger med anvendelse af konstanttryksregulering kan der være en udfordring i forhold til hvor trykføleren kan placeres hensigtsmæssigt så der sikres et stabilt tryk ved alle emhætteafgreninger.

6. Procedure for funktionsafprøvning i henhold til BR2018

Procedure for Funktionsafprøvning af MicroVent Systemet iht. BR2018

Denne procedure omhandler hvordan funktionsafprøvning iht. bygningsreglements vejledning om funktionsafprøvning af ventilationsanlæg kan opfyldes for MicroVent systemet.

En forudsætning for proceduren er at MicroVent systemet kan indstilles i en service mode til funktionsafprøvning for at sikre at ventilatorer kører med en fast hastighed, og uden at vende retning under målingerne af luftmængder og effektoptag.

Iht. *EN 14134- Ventilation til bygninger - Ydeevneprøvning og kontrol af ventilationssystemer til boliger* der henvises til fra Bygningsreglementet må systemindstillinger ikke ændres under målingerne, og eventuelle ændringer af setpunkter for at afprøve behovsstyring skal noteres i funktionsafprøvningsrapporten.

Funktionsafprøvning af MicroVent systemet bør ikke foretages ved vindhastigheder over 5m/s da målingerne ellers ikke kan forventes at være retvisende pga. vindens påvirkning af systemet.

Proceduren tager afsæt i at den tekniker der udfører funktionsafprøvningen kan anvende sine egne måleinstrumenter til at verificere systemets funktioner overholder bygningsreglementets krav. Det er således den tekniker der udfører funktionsafprøvningen der har ansvaret for at de anvendte måleinstrumenter er kalibreret og anvendes korrekt.

Iht. Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning kan centrale systemer til styring af bygningen anvendes i forbindelse med funktionsafprøvningerne såfremt de verificeres ved anvendelse af eksternt kalibrerede instrumenter.

Proceduren tager derfor udgangspunkt i at der i så høj grad som muligt anvendes data der kan udlæses af MicroVent systemet, men at de verificeres ved måling med egne kalibrerede instrumenter til måling af flow og effektoptag.

Funktionsafprøvning af ventilationsanlæg

Bygningsreglementets vejledning og funktionsafprøvning af ventilationsanlæg anfører at der skal foretages funktionsafprøvning af følgende parametre for før ibrugtagning:

- Luftmængder (nominel luftstrøm)
- Specifikt elforbrug til lufttransport (SEL-værdi)
- Samt at eventuel behovsstyring fungerer efter hensigten

Luftmængder

Verifikation af luftmængderne for MicroVent enhederne kan ske ved måling med en varmetrådsføler på en teleskopstang der kan indsættes i indføringsrøret på den medleverede, specialudformede måletragt.

Måleinstrumentet skal kunne måle lufthastigheder i intervallet 0,05-5,0 m/s med en opløsning på 0,01 m/s.

Derudover skal instrumentet kunne indstilles til en tidskonstant på 1 sekund, og foretage en midlet måling over 120 sekunder med mindst en måling i sekundet ved målinger med skiftende ventilatorretning. For målinger uden skift af ventilatorretning anbefales tidskonstanten indstillet til 15 sekunder.

Varmetrådsføleren placeres i centrum af måletragten. Det anbefales at fiksere varmetrådsføleren ved at fastgøre teleskopstangen til tragtens indføringsrør med tape så den ikke forskydes eller roterer under målingerne.

Risten/frontpladen på Microvent enheden skal demonteres under kontrolmålingen så måletragten kan trykkes ind mod skumrammen omkring ventilatoren, og slutte helt tæt omkring den ventilator der måles på.

Måling af luftmængde ved normal drift (skift af ventilator retning hver 30. sekund)

Måleinstrumentet indstilles til en tidskonstant på 1 sekund. For at få en præcis måling af den gennemsnitlige lufthastighed inklusive de udsving der sker ved ventilatorernes retningsskift, skal målingen foretages over 120 sekunder så der indeholdes et fast antal retningsskift. For at sikre at målingen er præcist 120 sekunder indstilles instrumentet til at foretage en midlet måling på 120 sekunder. Måletragten skal holdes stabil mod Microvent enheden under hele målingen.

Måling af luftmængde ved fast luftretning (ingen skift af ventilator retning)

Microvent enheden indstilles til enten indblæsning eller udsugning. Måleinstrumentet indstilles til en tidskonstant på 15 sekunder for at få en stabil aflæsning. Varmetrådsføleren orienteres så markeringen på føleren stemmer overens med den aktuelle luftretning. Når instrumentets visning er stabil, noteres den målte lufthastighed for den aktuelle luftretning. Herefter indstilles den modsatte luftretning på MicroVent enheden, varmetrådsføleren roteres 180 grader og målingen gentages for denne luftretning og noteres når instrumentets visning er stabil.

Korrektion og beregning af luftmængde

Den målte lufthastighed korrigeres iht. instrumentets kalibreringscertifikat.

Ved målinger med skift af ventilatorretning under målingen beregnes luftmængden med følgende formel:

$qv = v \cdot A \cdot 1.000$ (l/s) eller

$qv = v \cdot A \cdot 3.600$ (m^3/h)

Hvor:

v =	Er den målte gennemsnitshastighed i center af måletragten (m/s)
A =	er måletragtens arealfaktor i målepunktet (m^2)

For målinger med skift af ventilator retning kan den beregnede værdi anvendes direkte.

For målinger uden skift af ventilatorretning skal den effektive luftmængde beregnes på baggrund af de målte værdier for hhv. indblæsning og udsugning med følgende metode:

$$q_e = (V_{ind} + V_{ud})/2 \cdot 0{,}87 \cdot A \cdot 1.000 \text{ (l/s) eller}$$

$$q_e = (V_{ind} + V_{ud})/2 \cdot 0{,}87 \cdot A \cdot 3.600 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Hvor:

V_{ind} =	Er den målte hastighed i center af måletragten for indblæsning (m/s)
V_{ud} =	Er den målte hastighed i center af måletragten for udsugning (m/s)
0,87 =	Er et udtryk for den effektive tid hvor ventilatorerne kører med den målte hastighed
A =	er måletragtens arealfaktor i målepunktet (m^2)

Den beregnede luftmængde på baggrund af målingerne kan anvendes til at verificere at de værdier der kan udlæses af det centrale system til overvågning af MicroVent er inden for den måleusikkerhed der er for den målte værdi.

Når det er verificeret at der er overensstemmelse mellem de målte og udlæste værdier, kan risten/ frontpladen på MicroVent enheden genmonteres, og luftmængden med monteret rist/frontplade kan udlæses af det centrale system som et udtryk for den faktiske luftmængde.

Acceptkriterium måling af luftmængder iht. Bygningsreglements vejledning om funktionsafprøvning:

Målingen skal eftervise, at de projekterede luftstrømme, udført på baggrund af bygningsreglementets krav, er opfyldt.

Funktionsafprøvning kan accepteres, hvis de målte nominelle luft-strømme har en afvigelse, der er mindre end tolerancerne vist i tabel 1.

Tabel 1. Tolerancer inkl. måleusikkerhed for de luftstrømme der skal leveres af ventilationsanlægget jf. DS 447 kap. 6.1.3.

Luftstrømme gennem armaturer	*± 15 %*
Samlet luftstrøm til rummet	*± 10 %*
Hovedluftstrøm fra/til aggregat	*± 8 %*

Hovedluftstrømmen fra/til aggregat tolkes ved anvendelse af MicroVent systemet som den samlede luftstrøm til hele boligen/dækningsområdet da systemets enheder arbejder som et samlet system for at levere de luftmængder der er foreskrevet i bygningsreglementet.

Den samlede luftstrøm til rummet kan tolkes som den luftstrøm den enkelte MicroVent enhed leverer.

Luftstrømme gennem armatur vurderes ikke at være relevant i forbindelse med anvendelse af MicroVent systemet.

SEL-værdi

Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning foreskriver at:

> *Målingerne foretages ved at logge optaget el-effekt og volumenstrøm. SEL-værdien beregnes for hver enkelt logning. Resultatet beregnes som den gennemsnitlige SEL-værdi for hele måleperioden.*

Bygningsreglementets vejledningstekst om energikrav til ventilationssystemer anfører at:

Det specifikke elforbrug til lufttransport kan beregnes for det enkelte anlæg for sig eller alternativt ved en samlet beregning for luftmængde og energiforbruget af flere anlæg i en bygning.

Det anbefales at SEL-værdien beregnes for det samlede system (alle MicroVent enheder i samme lejlighed) så resultatet kan sammenholdes med det der er anvendes i forbindelse med energirammeberegninger.

Hvis måling af luftmængder for MicroVent enhederne er verificeret med eksternt instrument og den medfølgende måletragt, anbefales det at af luftmængder udlæses fra det centrale overvågnings-system som en gennemsnitsværdi over f.eks. 5 minutter for at få påvirkningen af retningsskift med i den totale luftmængde.

Måling af effektoptag til MicroVent enhederne kan f.eks. være ved en fælles sikringsgruppe for enhederne i lejlighedens eltavle. Hvis der er andet udstyr/belysning tilsluttet til den samme sikringsgruppe skal det afbrydes mens målingen foregår så det kun er effektoptaget il Microvent enhederne der måles. Såfremt der er monteret en bimåler kan den også anvendes til aflæsning af effektoptaget såfremt andet udstyr/belysning der også afmåles via denne afbrydes med målingen foregår.

Wh registreres over en periode på f.eks. 2 min for at få retningsskift med. Kræver en vis periode hvis det er et instrument med lav opløsning!! W = (Wh x 60) / antal minutter logget

Microvent systemet indstilles til det driftstrin der svarer til de forudsætninger der gælder for beregning af SEL-værdien ved den pågældende type anlæg, f.eks. grundluftskifte for boliger med variabel luftydelse.

Ved måling på den enkelte MicroVent enhed logges effektoptaget over en periode. De loggede værdier for effektoptag, og de udlæste værdier af luftmængderne fra det centrale overvågningssystem anvendes til at beregne SEL værdien for hver logning efter nedenstående formel:

SEL-værdi (J/m³) = $(Ptilluft+Pfraluft) / qv$	
hvor:	
P:	Optagen el-effekt [W]
qv:	Luftmængde [m³/s]

Gennemsnittet af de beregnede SEL-værdier for hver logning anvendes til dokumentation af systemets samlede SEL-værdi.

Hvis der er tale om boliger med variabel luftydelse skal SEL værdien for emhætte også regnes med i den samlede SEL-værdi ved maks. luftmængde. (Skal anvendes til at korrigere energiramme i forhold til funktionsafprøvningen)

<u>Acceptkriterium for SEL-værdi iht. Bygningsreglements vejledning om funktionsafprøvning:</u>

> *Hvis luftskiftet er indstillet, jf. tabel, kan afprøvningen accepteres, hvis SEL-værdien måles til en gennemsnitlig værdi, der maksimalt overstiger kravet i bygningsreglementet med 5%.*

Ventilationsanlæg til andre bygninger end boliger	*Målingen foretages ved*	*Krav til SEL-værdi [J/m3]*	
		BR15	*BK 2020*
Med konstant luftydelse	*Grundluftskifte*	*1.800*	*1.500*
Med variabel luftydelse	*Maks. luftskifte*	*2.100*	*1.800*

Ventilationsanlæg med varmegenvinding til én bolig	*Målingen foretages ved*	*Krav til SEL-værdi [J/m3]*	
		BR15	*BK 2020*
Med konstant luftydelse	*Grundluftskifte*	*1.000*	*1.000*
Med variabel luftydelse	*Grundluftskifte*	*1.000*	*1.000*
Ventilation der forsyner etageboliger	*Grundluftskifte*	*1.500*	*1.200*
Udsugningsanlæg der forsyner etageboliger	*Maks. luftskifte*	*800*	

Behovsstyring

Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning foreskriver at:

> *Den eller de parametre, der ligger til grund for behovsstyringen, indgår som målepunkt og logges ved afprøvningen, men ved brug af eksternt kalibreret måleudstyr.*
>
> *Effektoptag og omdrejningstal for ventilatormotorer kan fx logges for at eftervise, hvordan overskridelse af setpunkter påvirker behovsstyringen. Måleperioden skal strække sig over en periode, der dækker de forskellige driftssituationer bedst muligt.*
>
> *Ved afprøvning af behovsstyringer, der styres efter CO2- og fugtniveau, er det hensigtsmæssigt at afprøvningen fremprovokerer, at setpunktet for disse parametre overskrides for at påvise, at styringen reagerer efter de indstillede setpunktsværdier. Eftervisningen kan også ske ved at ændre setpunktet.*

Test af behovsstyreingen for CO2 niveau foretages ved at ændre setpunktet for CO2 til en værdi der er under udeluftens CO2 indhold (under 400 ppm), og konstatere, f.eks. ved måling af effektoptag til ventilatorer, at behovsstyringen øger ventilatorhastigheden. Testen verificeres ved at foretage måling af det faktiske CO2 indhold i luften i lejligheden med et egnet instrument.

Test af behovsstyreingen for luftfugtighed foretages ved at ændre setpunktet for luftfugtigheden til en værdi der er under den aktuelle luftfugtighed, og konstatere, f.eks. ved måling af effektoptag til ventilatorer, at behovsstyringen øger ventilatorhastigheden. Testen verificeres ved at foretage måling af den faktiske luftfugtighed i luften i lejligheden med et egnet instrument.

Acceptkriterium iht. Bygningsreglements vejledning om funktionsafprøvning:

Testens resultat accepteres, hvis det konstateres, at:

• Indblæsningstemperaturen reguleres i henhold til funktionsbeskrivelsen og kravene i BR, og det eftervises, at der er overensstemmelse mellem målte værdier og dokumentationen for ventilationsanlæggets indreguleringsrapport.

• Luftmængderne ændres i henhold til funktionsbeskrivelsen og kravene i BR, og det eftervises, at der er overensstemmelse mellem målte værdier og dokumentationen for ventilationsanlæggets indreguleringsrapport.

Dokumentation

Bygningsreglementets vejledning om funktionsafprøvning foreskriver at:

Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:
• Hvilke forudsætninger og forhold, som målingen er udført under
• Målepunkter
• Måleapparatur der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret
• De opnåede måleresultater
• Konklusion af funktionsafprøvningen
• Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvning.

7. Udvikling af måletragt til funktionsafprøvning af enheder

X. Udvikling af måletragt til funktionsafprøvning af enheder (luftmængder)

D. 1. juli 2017 indførte der krav i bygningsreglementet om, at der skal foretages funktionsafprøvning af en række bygningsinstallationer inden ibrugtagning af bygningen. De bygningsinstallationer som funktionsafprøvningerne omfatter er:

- *Ventilationsanlæg*
- Varme og køleanlæg
- Belysningsanlæg
- Elevatorer

De nye krav er en styrkelse af de allerede eksisterende krav til eftervisning af installationers ydeevne i de gældende standarder for ventilation, varme- og køleanlæg, belysning og elevatorer.

Bygningsreglementets krav gælder ved nybyggeri, men også for eksisterende byggeri, hvor der udføres ændringer, der har betydning for bygningsreglementets bestemmelser. Det er for eksempel når der installeres en ny bygningsinstallation, der ikke tidligere har været i bygningen. For eksempel et byggeri, der har været ventileret med naturlig ventilation, og som renoveres ved at få installeret et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ligeledes gælder kravene om funktionsafprøvning ved udskiftning af eksisterende installationer med nye tilsvarende installationer.

Dokumentation for resultatet af funktionsafprøvningen skal indsendes til kommunen, og opfyldelse af kravene er en forudsætning for, at bygningen må tages i brug.

Der skal gennemføres funktionsafprøvning af ventilationsanlæg før aflevering. Funktionsafprøvningen skal dokumentere, at ventilationsanlægget overholder bygningsreglementets krav til:

- *Luftmængder (nominel luftstrøm)*
- Specifikt elforbrug til lufttransport (SEL-værdi)

samt at eventuel behovsstyring fungerer efter hensigten.

Ifølge bygningsreglementet §421, skal ventilationsanlæg projekteres, udføres, indreguleres og afleveres som anvist i DS 447, *Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer.*

Vejledning om funktionsafprøvning af ventilationsanlæg er derfor baseret på kravene i DS 447.

Relevante standarder i forbindelse med funktionsafprøvning af ventilationsanlæg omfatter:
- DS 447, Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer
- DS/EN 12599, Ventilation i bygninger – Prøvningsprocedurer og målemetoder ved aflevering af installerede aircondition- og ventilationssystemer
- DS/EN 14134, Ventilation til bygninger – Ydeevneprøvning og installationskontrol af systemer til boligventilation.
- DS 469, Varme- og køleanlæg i bygninger

Acceptkriterium

Målingen skal eftervise, at de projekterede luftstrømme, udført på baggrund af bygningsreglementets krav, er opfyldt.

Funktionsafprøvning kan accepteres, hvis de målte nominelle luft-strømme har en afvigelse, der er mindre end tolerancerne vist i tabel 1.

Tabel 1. Tolerancer inkl. måleusikkerhed for de luftstrømme der skal leveres af ventilationsanlægget jf. DS 447 kap. 6.1.3.

Luftstrømme gennem armaturer	Samlet luftstrøm til rummet	Hovedluftstrøm fra/til aggregat
± 15 %	± 10 %	± 8 %

I enfamiliehuse med naturlig ventilation er kravet opfyldt, hvis åbningsarealer til udeluftventiler og aftrækskanaler samt kravet om emhætte med udsugning over kogepladerne er opfyldt jf. Bygningsreglementets vejledning om ventilation.

Dokumentation

Der udarbejdes en funktionsafprøvningsrapport, der beskriver:

- Hvilke forudsætninger og forhold målingen er udført under
- Målepunkter
- Måleapparater der er anvendt samt hvor og hvornår dette sidst blev kalibreret
- De opnåede måleresultater
- Konklusion af funktionsafprøvningen
- Oplysninger om hvem, der har udført funktionsafprøvning.

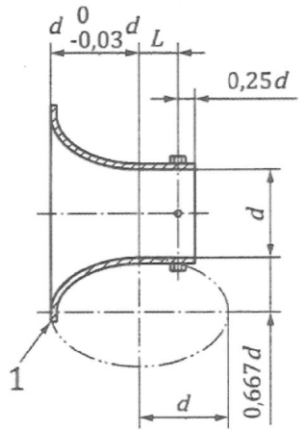
<u>Måling af luftmængder</u>

Inventilates ventilationsenheder er skalerbare ved parallelt at øge antallet af mikroblæsere i enheden, se efterfølgende figur. Omdrejningstallet er det samme for hver blæser. Luftmængden igennem enheden afhænger af blæseromdrejningstal og modtryk.

Det er umiddelbart mere kompliceret at måle luftmængden i disse enheder sammenlignet med et klassisk centralt ventilationsanlæg eller decentralt ventilationsanlæg, dels på grund af konstruktion og placering i ydervæg, dels på grund af skiftende flowretning (fx 1 skift pr. 60 sekunder ned til 1 skift pr. 30 sekunder).

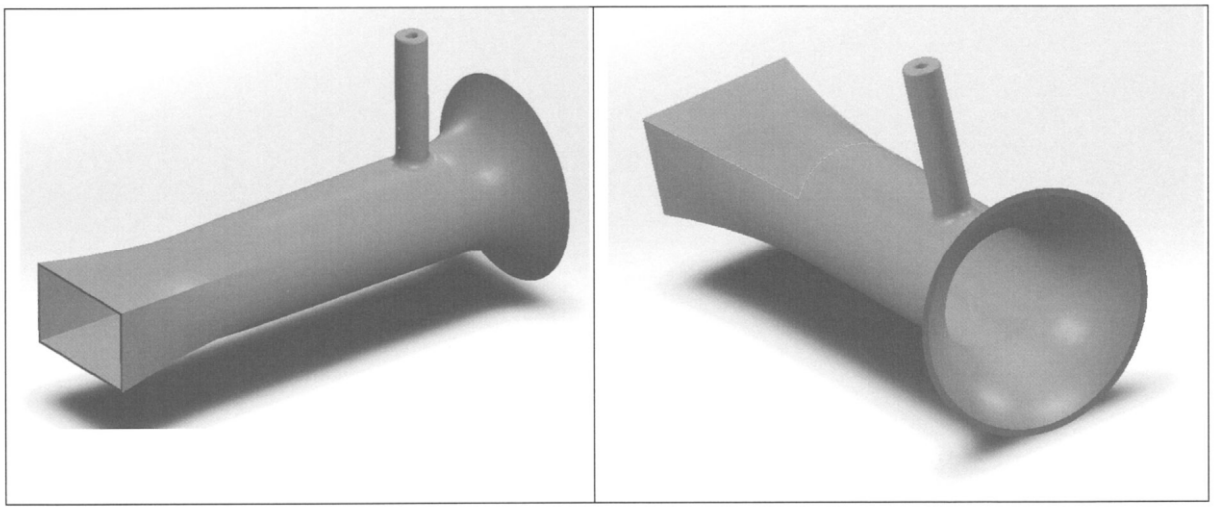
Derfor er der udviklet en måletragt tilpasset én blæserenhed, som kan måle luftmængde i begge retninger med stor nøjagtighed.

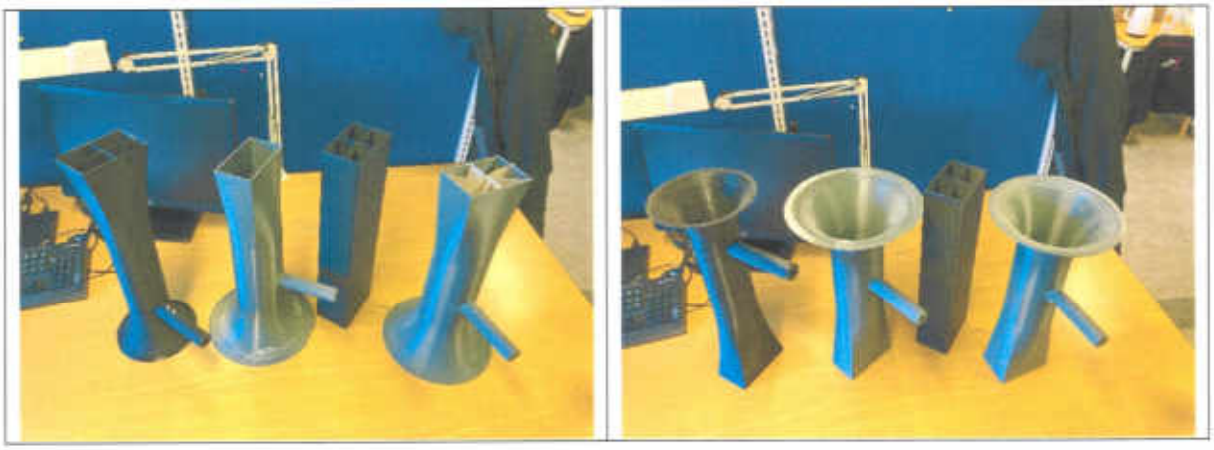
Konstruktionen er baseret på DS EN ISO 5801:2017, som giver en geometrisk anvisning på udformning af tragt.



a) Nozzle with throat-pressure tappings

Konstruktionen er ellipse formet og giver hermed en meget ensartet lufthastighed i tragt tværsnittet.



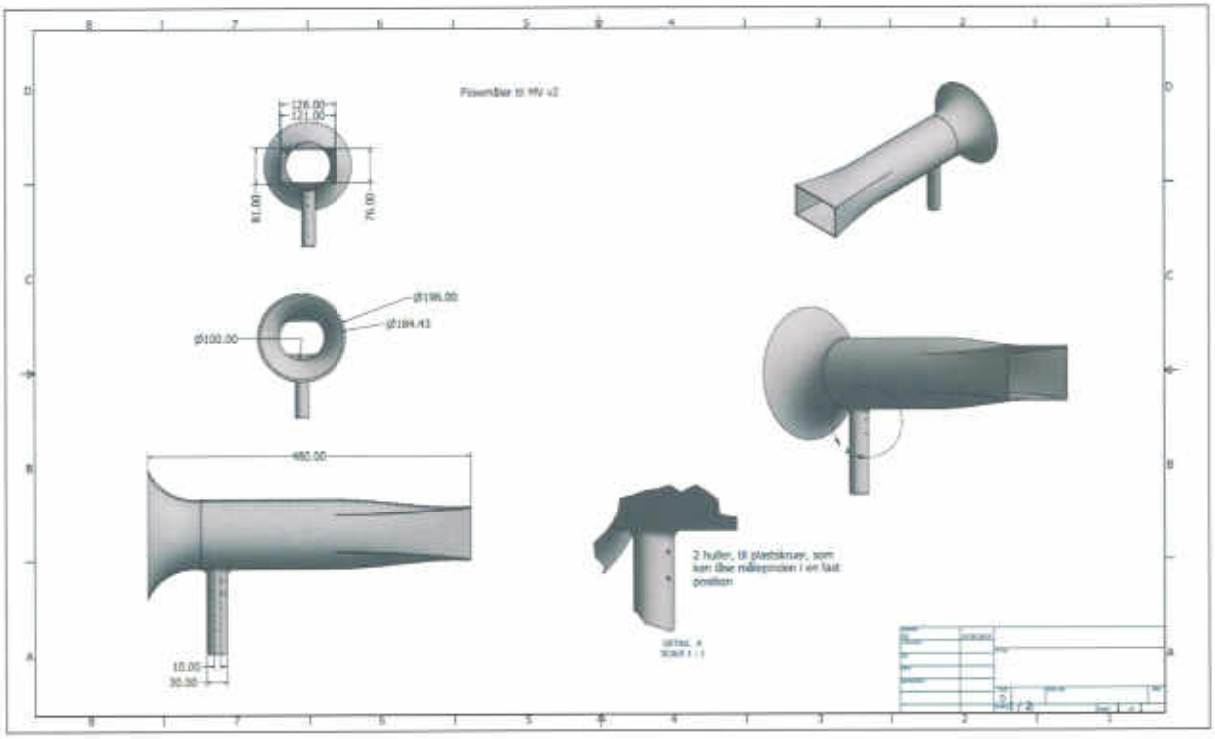


Tragten er 3D printet i plastik.

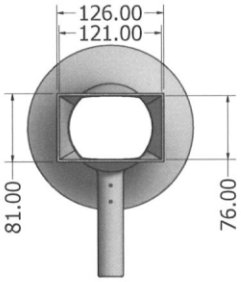
Der er lavet forsøg med tragt længde og ensrettere indeni tragten med det formål, at der aflæses samme luftmængde enten der suges gennem tragten eller blæses gennem tragten.

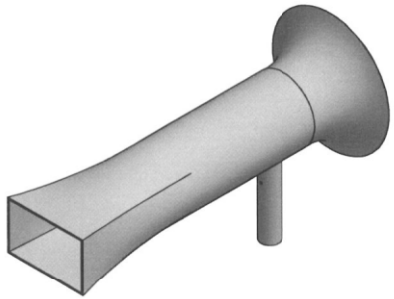
Tragten kræver en lufthastighedsmåler.

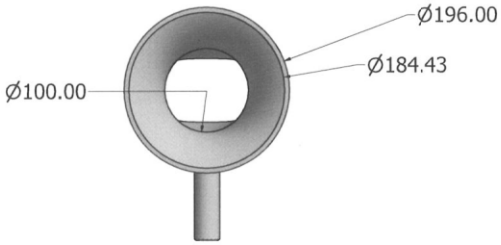
Tragtens længde er 45 cm.

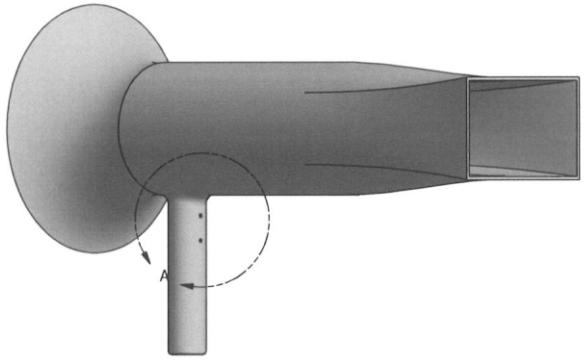


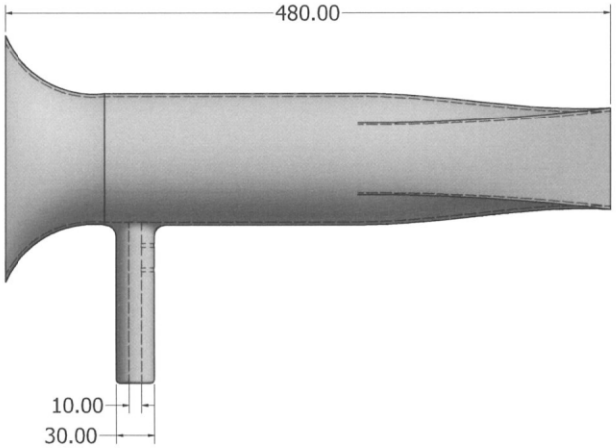
Flowmåler til MV v2

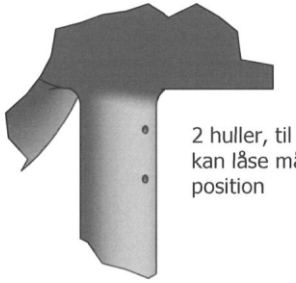








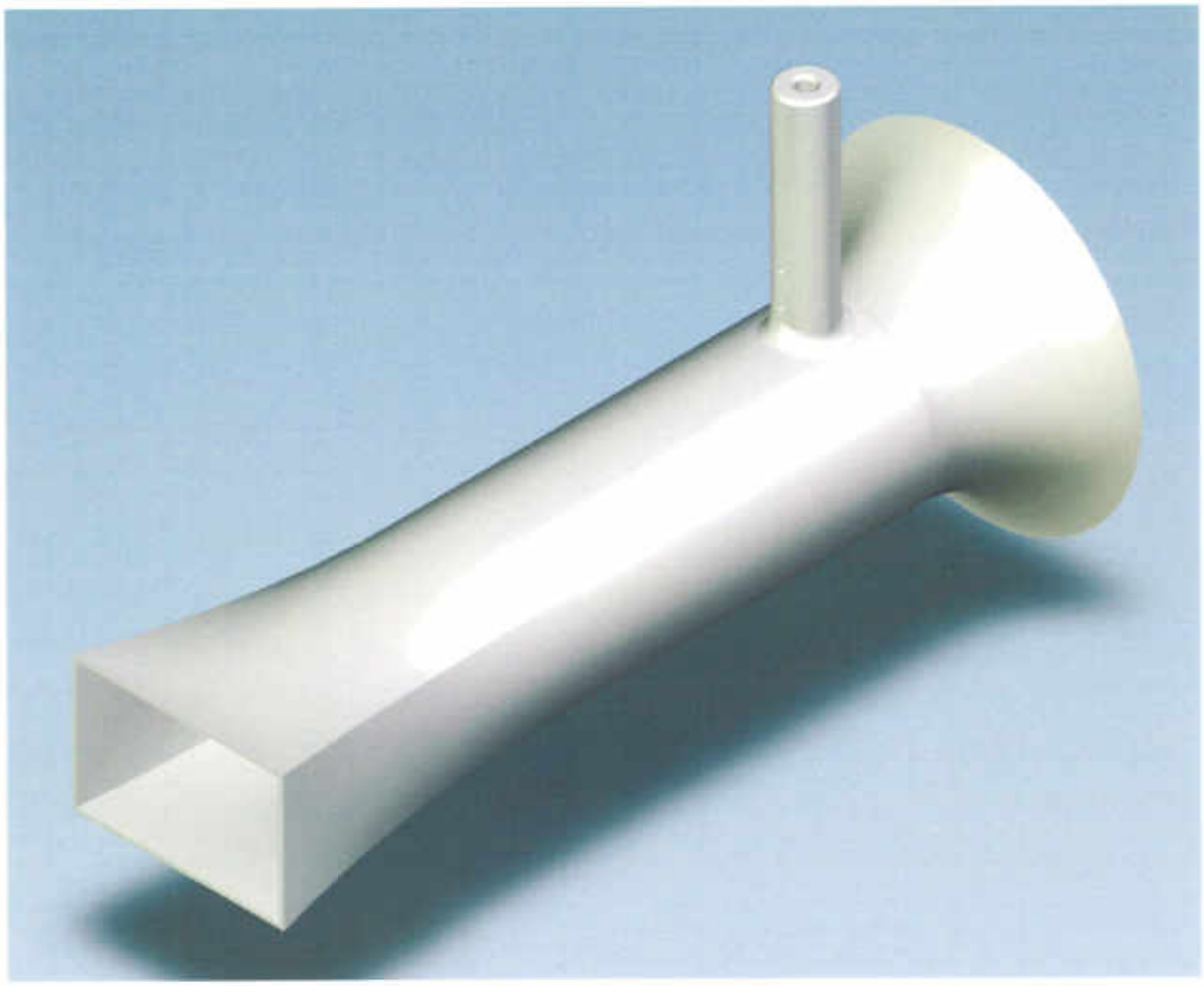


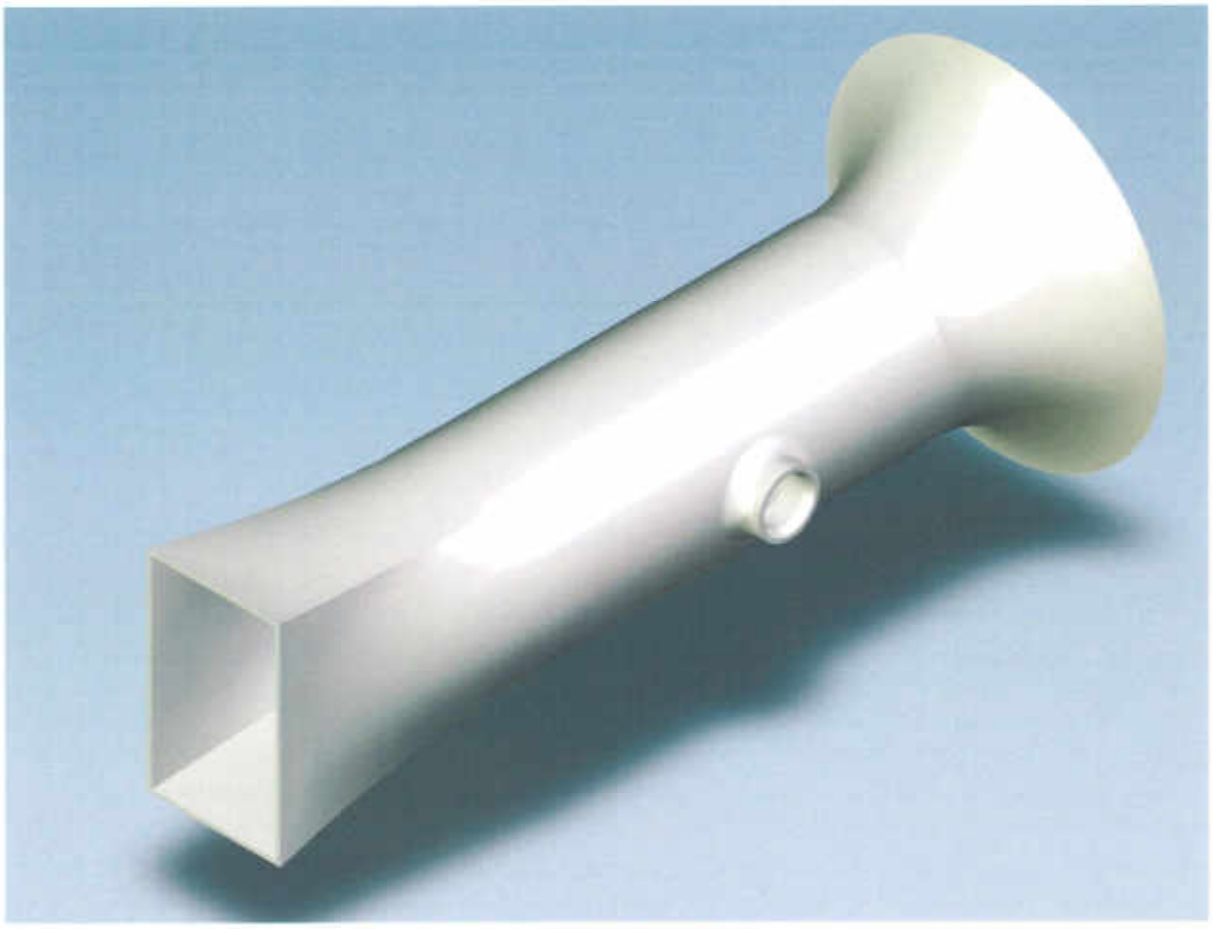


2 huller, til plastskruer, som kan låse målepinden i en fast position

DETAIL A
SCALE 1 : 1

DRAWN SSJ	18-08-2019	
CHECKED		TITLE
QA		
MFG		
APPROVED		
		SIZE D / DWG NO / REV
		SCALE 1 / 2 / SHEET 1 OF 1





8. Testmålinger til funktionsafprøvning

Testmålinger til funktionsafprøvning

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tragtfaktor	28,8								
2	Ventialtorantal	4								
3		Manuelt retningskift								
4	Hastighed	Ind		Effektoptag		Ud		Effektoptag		Effektiv luftmængde
5										
6		(m/s)	(m3/h)	(W)	SEL	(m/s)	(m3/h)	(W)	SEL	(m3/h)
7	30%	0,20	23,04	2,23	349,1	0,21	24,19	2,27	337,9	19,97
8	35%	0,28	32,26	2,35	262,2	0,31	35,71	2,30	231,4	27,96
9	40%	0,34	39,17	2,38	218,9	0,41	47,23	2,71	206,6	33,95
10	45%	0,44	50,69	2,94	208,6	0,55	63,36	2,80	159,1	43,93
11	50%	0,50	57,60	3,02	188,4	0,62	71,42	3,10	156,1	49,92
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20		Tidskonstant 5s								
21										
22										
23		4 ventilatorer								
24		Effektoptag er for alle 4								
25										
26										
27	Fuldt åben	22	sek.	26						
28	Vendetid	8	sek.	4						

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3															
4															
5															
6										Forsøg med proberetningsfølsomhed					
7															
8		Indblæsning									Udsugning			Indblæsning	
9		indvendig	udvendig								Retvendt	forkert	Forskel	Retvendt	forkert	Forskel
10											(m/s)	(m/s)	%	(m/s)	(m/s)	%
11		(m/s)	(m/s)							25%	0,12	0,13				
12	30%	0,18	0,17							30%	0,21	0,2				
13	35%	0,25	0,25							35%	0,3	0,31				
14	40%	0,32	0,34							40%	0,4	0,4				
15	45%	0,42	0,44							45%	0,49	0,5				
16	50%	0,49	0,53							50%	0,6	0,6				
17																

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Tragtfaktor	18,1												
2	Ventialtorantal	4												
3		Manuelt retningskift												
4	Hastighed	Ind			Effektoptag		Ud			Effektoptag		Effektiv luftmængde (beregnet)		
5													pr ventilator	
6		(m/s)	korrigeret	(m3/h)	(W)	SEL	(m/s)	korrigeret	(m3/h)	(W)	SEL	(m3/h)	(l/s)	(m3/h)
7	30%	0,28	0,26	18,82	2,21	434,4	0,32	0,29	21,08	2,44	426,9	16,31	1,13	4,08
8	35%	0,50	0,47	34,03	2,26	339,1	0,45	0,42	30,41	2,54	389,1	26,35	1,83	6,59
9	40%	0,60	0,57	40,91	2,41	211,1	0,65	0,62	44,54	2,71	230,7	35,45	2,46	8,86
10	45%	0,76	0,73	52,28	2,46	167,8	0,77	0,74	53,05	3,13	210,0	45,74	3,18	11,44
11	50%	0,87	0,86	61,97	3,22	187,0	0,89	0,88	63,64	3,25	183,8	53,71	3,73	13,43
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20		Tidskonstant 5s												
21														
22														
23		4 ventilatorer												
24		Effektoptag er for alle 4												
25														
26														
27	Fuldt åben	22	sek.	26										
28	Vendetid	8	sek.	4										
29														

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Tragtfaktor	18,1									
2	Ventialtorantal	4									
3		Manuelt retningskift									
4	Hastighed	Ind		Effektoptag		Ud		Effektoptag		Effektiv luftmængde (beregnet)	
5											pr ventilator
6		(m/s)	(m3/h)	(W)	SEL	(m/s)	(m3/h)	(W)	SEL	(m3/h)	(l/s)
7	30%	0,27	19,55	2,20	405,2	0,28	20,27	2,20	390,7	17,28	1,20
8	35%	0,37	26,79	2,40	322,5	0,40	28,96	2,40	298,3	24,16	1,68
9	40%	0,49	35,48	2,60	263,8	0,58	41,99	2,70	231,5	33,57	2,33
10	45%	0,65	47,06	2,90	221,8	0,71	51,40	2,90	203,1	42,67	2,96
11	50%	0,80	57,92	3,20	198,9	0,84	60,82	3,20	189,4	51,45	3,57
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20		Tidskonstant 5s									
21											
22											
23		4 ventilatorer									
24		Effektoptag er for alle 4									
25											
26											
27	Fuldt åben	22	sek.	26							
28	Vendetid	8	sek.	4							
29											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3															
4															
5															
6											Forsøg med proberetningsfølsomhed				
7															
8		Indblæsning													
9		indvendig	udvendig												
10															
11		(m/s)	(m/s)												
12	30%	0,3	0,28												
13	35%	0,43	0,37												
14	40%	0,56	0,5												
15	45%	0,72	0,65												
16	50%	0,88	0,82												
17															
18															
19															

	Udsugning			Indblæsning		
	Retvendt	forkert	Forskel	Retvendt	forkert	Forskel
	(m/s)	(m/s)	%	(m/s)	(m/s)	%
25%						
30%						
35%						
40%						
45%						
50%						

testet med Kimo VT110 med varmetrådsføler

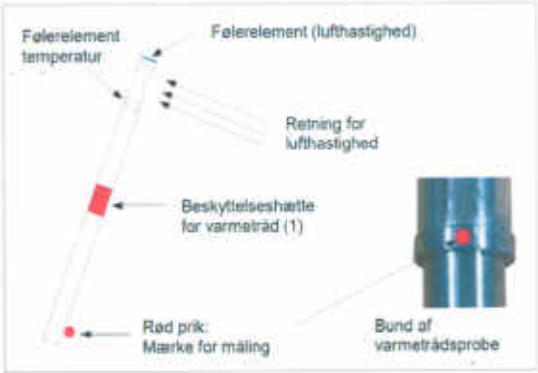
Forsøg med proberetningsfølsomhed

	prik ind mod enhed			Prik væk fra enhed		
	Ind	Uds	Forskel	Ind	Uds	Forskel
	(m/s)	(m/s)	%	(m/s)	(m/s)	%
25%						
30%	0,32-0,34	0,32-0,33		0,3-0,33	0,32-0,33	
35%						
40%	0,59-0,61	0,59-0,61		0,53-0,56	0,54	
45%						
50%	1,09-1,12	1,03-1,04		1,07-1,09	1,03-1,06	

testet med Testo 440 dP med varmetrådsføler

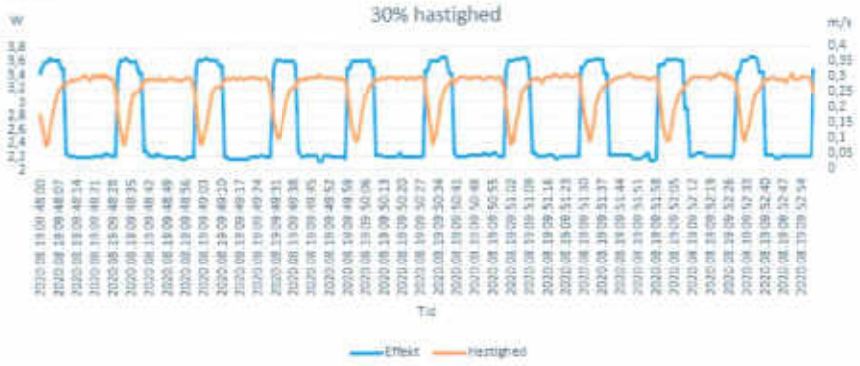
Forsøg med proberetningsfølsomhed

	pil ind mod enhed			Pil væk fra enhed		
	Ind	Uds	Forskel	Ind	Uds	Forskel
	(m/s)	(m/s)	%	(m/s)	(m/s)	%
25%						
30%	0,3-0,31	0,29-0,3		0,33-0,35	0,33-0,34	
35%						
40%	0,44-0,47	0,44-0,45		0,58-0,6	0,6-0,62	
45%						
50%	1,11-1,14	1,03-1,05		1,12-1,16	1,12-1,14	



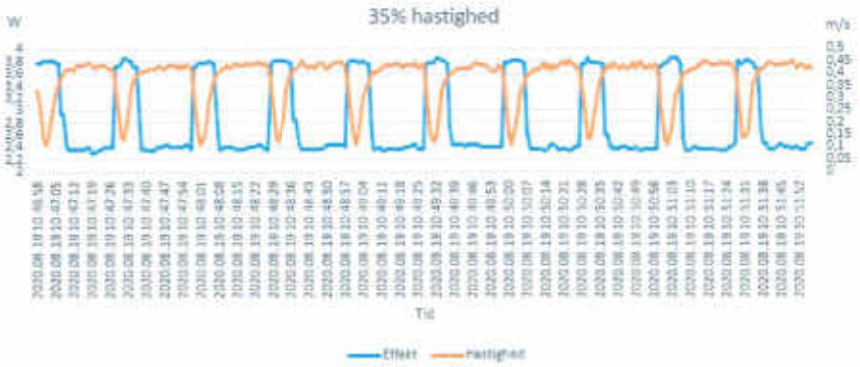
tragtfaktor (l/s)		5
Ventilator antal		2

	Lufthastighed			Luftmængde			
	Målt	Korrektion	korrigeret	Pr. ventilator	i alt	Effektiv luftmængde	
	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m^3/h)
qm11	0,25	0,01	0,26	1,3	2,6	2,2	7,8
qm22	0,24		0,24	1,2	2,4		



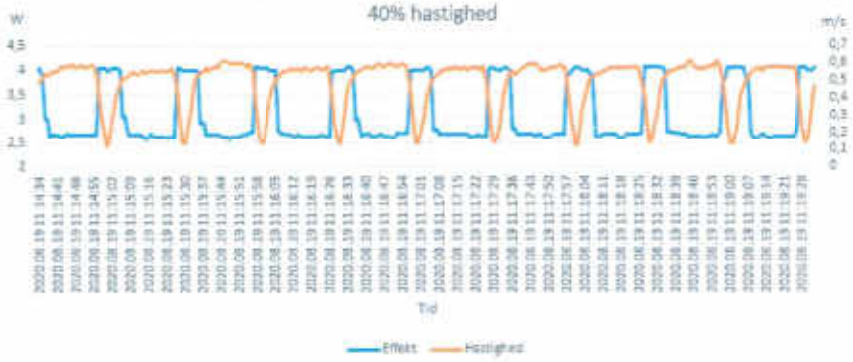
Fra instrument

	m/s
Average:	0,26
Minimum	0,08
Maximum	0,31



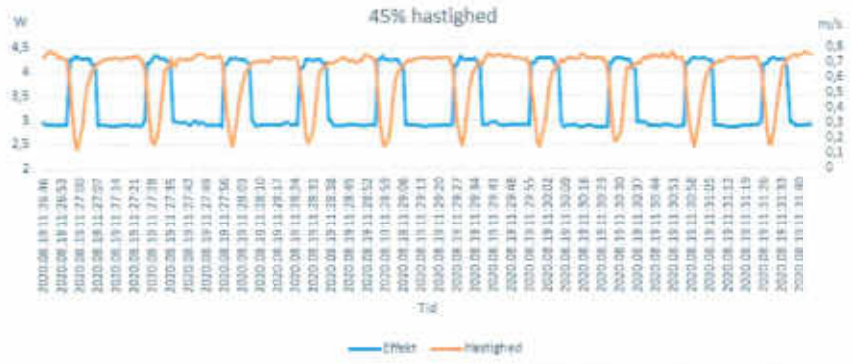
Fra instrument

	m/s
Average:	0,37
Minimum	0,11
Maximum	0,45



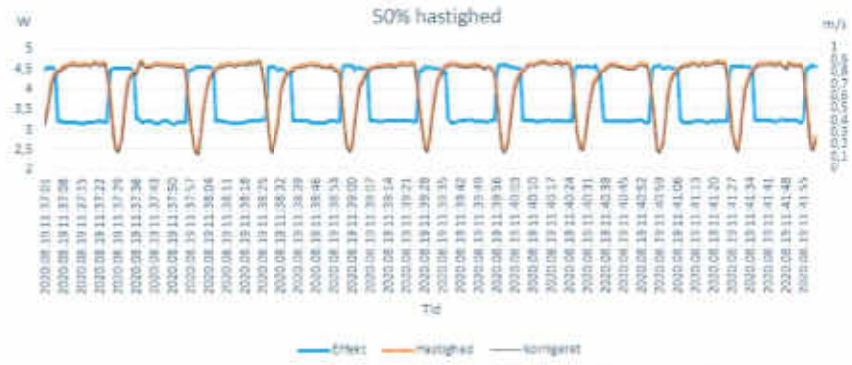
Fra instrument

	m/s
Average:	0,49
Minimum	0,12
Maximum	0,61



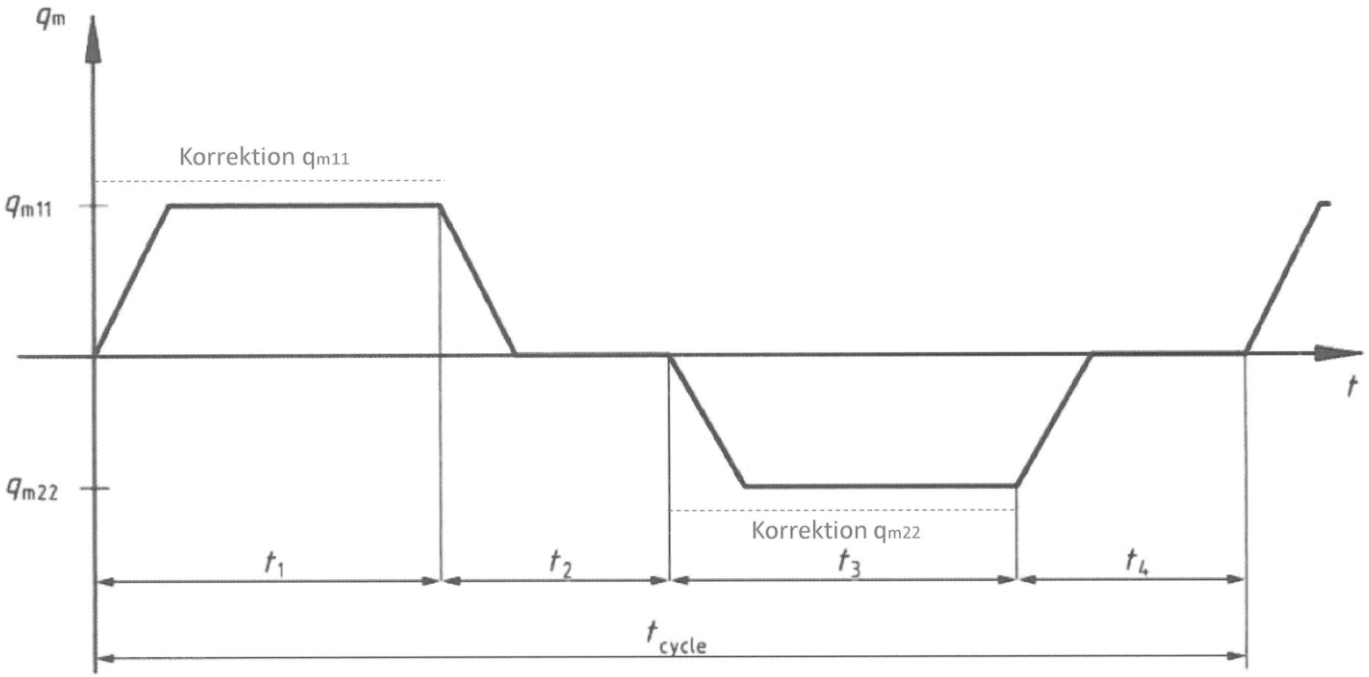
Fra instrument

	m/s
Average:	0,62
Minimum	0,13
Maximum	0,78



Fra instrument

	m/s
Average:	0,73
Minimum	0,14
Maximum	0,9


q_m
Korrektion q_{m11}
q_{m11}
t
q_{m22}
Korrektion q_{m22}
t_1
t_2
t_3
t_4
t_{cycle}

9. Excel baseret dimensioneringsværktøj (plot)

Grønne felter er inddata

	Forurenedende rum					Ikke forurenede rum										Alle rum		Luftskifte	Vurderingsmetode					
Rum	Bad		Køkken			Opholdsstue		Soveværelse		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Total			Vikningsgrad i balance	Luftmængde uden VGV	Forhold fraluft og udeluft****	Vikningsgrad		
Areal (m²) (angives som opvarmet brutto areal)	6		13			32		16		12		12		8		98,0								
Luftvening	Ind	Ud	Ind	Ud	Ud fremtvunget	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Luftskifte						
Enhed	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s pr. m²)	(%)	(l/s)	(-)	(-)		
Antal Microvent ventilatorer	5	5	3	3		4	4	2	2	2	2	2	2	0	0	18	18						EN13053:2006	DS 447.2, udgave 2005 *****
Min luftmængde MicroVent (1,3 l/s pr. ventilator)	6,5	6,5	3,9	3,9		5,2	5,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	23,4	23,4		0,94				****	udtryk 1	udtryk 2
Anbefaler maks luftmængde ahf. støj (3,2 l/s pr. ventilator)	16,0	16,0	9,6	9,6		12,8	12,8	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	0,0	0,0	57,6	57,6		0,92						
Maks luftmængde MicroVent (4,0 l/s pr. ventilator)	20,0	20,0	12,0	12,0	20	16,0	16,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0	0,0	72	72		0,79						
Grundluftskifte ifht BR 0,3 l/s pr. m²	1,8	1,8	3,9	3,9	0,0	9,6	9,6	4,8	4,8	3,6	3,6	3,6	3,6	0,0	0,0	27,0	27,0	0,28		0,0	1,0				
Grundluftskifte BR pr. lejlighed, fordelt på ventilatorer**	**6,5**	**6,5**	**4,7**	**4,7**		**6,3**	**6,3**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**0,0**	**0,0**	**27,9**	**27,9**	**0,30**	0,93	0,0	1,0	0,93	0,93	0,94
Bad 15 l/s	15	15	3,9	3,9		5,2	5,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	31,9	31,9	0,33	0,93	0,0	1,0	0,93	0,93	0,93
Emkætte erstatningsluft fra hele lejligheden	6,5	6,5	8,5	3,9	20	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	0,0	0,0	43,4	43,4	0,46	0,91	20,0	0,54	0,71	0,54	0,55
Emkætte erstatningsluft fra hele lejligheden + bad 15 l/s	15	15	8,5	3,9	20,0	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	0,0	0,0	51,9	51,9	0,55	0,89	20,0	0,61	0,79	0,61	0,61

* Grundluftskifter fordelt så det passer med 0,3 l/s pr m² i alle rum, og derfor er højere for lejligheden som helhed pga. min. luftmængde for ventilatorer

** Grundluftskifter fordelt så det passer med 0,3 l/s pr m² for lejligheden som helhed men med højere luftskifte i bad og køkken pga. min. luftmængde for ventilatorer og dermed lavere luftskifte i øvrige rum for ikke at overstige et samlet luftskifte på 0,3 l/s pr. m²

*** Forhold mellem fraluft- og udeluftstrøm i MicroVent enhed. Værdier under 0,5 er behæftet med usikkerhed pga. manglende dokumentation

**** jfr. EN13053:2006+A1:2011 6.5.2 Note 7 (airflow non in balance). Metoder tager ikke hensyn til store afvigelser i balancen

***** Udtrykkes er dannet på baggrund af kurver i DS 447.2, udgave kapitel 5.6.2 figur 4. Kurverne på figuren går ikke under et forhold på 0,5 mellem fraluft og udeluft, og værdier derunder kan derfor være behæftet med usikkerhed

Input felter	
Værdier over anbefaler maks luftmængde ahf. støj	
Værdier uden for grænse af ventilationskapacitet	

Grønne felter er indtastede

	Forurenedede rum					Ikke forurenede rum										Alle rum		Luftskifte	Varmegenvinding					
Rum	Bad		Køkken			Opholdsstue		Soveværelse		Værelse 1		Værelse 2		Værelse 3		Total			Veksleringsgrad (balance	Luftmængde uden VGV	Forhold (tilluft og udeluft)****	Veksleringsgrad		
Areal (m²) angivet som squarefootto areal	4		13			32		15		12		12		8		80,0								
Luftvekslinger	Ind	Ud	Ind	Ud	Ud Emhætte	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Ind	Ud	Luftskifte						
Enhed	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s pr. m²)	(-)	(l/s)	(-)	(-)		
Antal Microvent ventilatorer	1	1	3	3		4	4	2	2	2	2	2	2	1	1	15	15					EN13053:2006	DS 447.2 udgave 2005 *****	
Min luftmængde Microvent (1,3 l/s pr. ventilator)	1,3	1,3	3,9	3,9		5,2	5,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,0	1,0	20,4	20,4		0,34			****	udstyr 1	udstyr 2
Anbefalet maks luftmængde arc. stej (3,2 l/s pr. ventilator)	16,0	16,0	9,6	9,6		12,8	12,8	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	3,2	3,2	97,6	97,6		0,82					
Maks luftmængde Microvent (4,3 l/s pr. ventilator)	21,5	21,5	12,9	12,9	20	17,2	17,2	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	4,3	4,3	132	132		1,10					
Grundluftskifte ifø BR 0,3 l/s pr. m²	1,2	1,2	3,9	3,9	0,0	9,6	9,6	4,5	4,5	3,6	3,6	3,6	3,6	2,4	2,4	27,0	27,0	0,34		0,0	1,0			
Grundluftskifte BR pr. lejlighed, fordelt på ventilatorer**	**4,3**	**4,3**	**4,7**	**4,7**		**6,3**	**6,3**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**3,2**	**2,4**	**2,4**	**27,0**	**27,0**	**0,34**	0,93	0,0	1,0	0,93	0,92	0,94
Bad 15 l/s	15	15	3,9	3,9		5,2	5,2	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,0	1,0	31,9	31,9	0,39	0,93	0,0	1,0	0,93	0,92	0,93
Emhætte erstatningsluft fra hele lejligheden	6,5	6,5	6,5	3,9	20	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	1,0	1,0	45,4	45,4	0,48	0,91	20,0	0,54	0,71	0,94	0,55
Emhætte erstatningsluft fra hele lejligheden - bad 15 l/s	15	15	6,5	3,9	20,0	11,4	5,2	5,7	2,6	5,7	2,6	5,7	2,6	1,0	1,0	91,9	91,9	0,98	0,88	20,0	0,61	0,73	0,91	0,67

* Grundluftskifte fordelt på det passer med 0,3 l/s pr m² i alle rum, og derfor er højere for lejlighederne som helhed pga. min luftmængde for ventilatorer

** Grundluftskifte fordelt på det passer med 0,3 l/s pr m² for lejlighederne som helhed men med højere luftskifte i bad og køkken pga. min luftmængde for ventilatorer og dermed øvrige luftskifte i øvrige rum for ikke at overstige et samlet luftskifte på 0,3 l/s pr. m²

*** Forholdet mellem tilluft- og udeluftstrøm i Microvent enhed. Værdier under 0,5 er behæftet med usikkerhed pga. manglende dokumentation

**** Jf. EN13053:2006+A1:2011 § 5.2 Note 7 (anflow rist in balance). Metoden tager ikke hensyn til store afslæbninger i lokalerne

***** Udstyrklasse er dannet på baggrund af kurver i DS 447.3, udgave kapitel 5.6.1 figur 4. Kurverne på figuren går ikke under et forhold på 0,5 mellem tilluft og udeluft, og værdier derunder kan derfor være behæftet med usikkerhed

Input felter

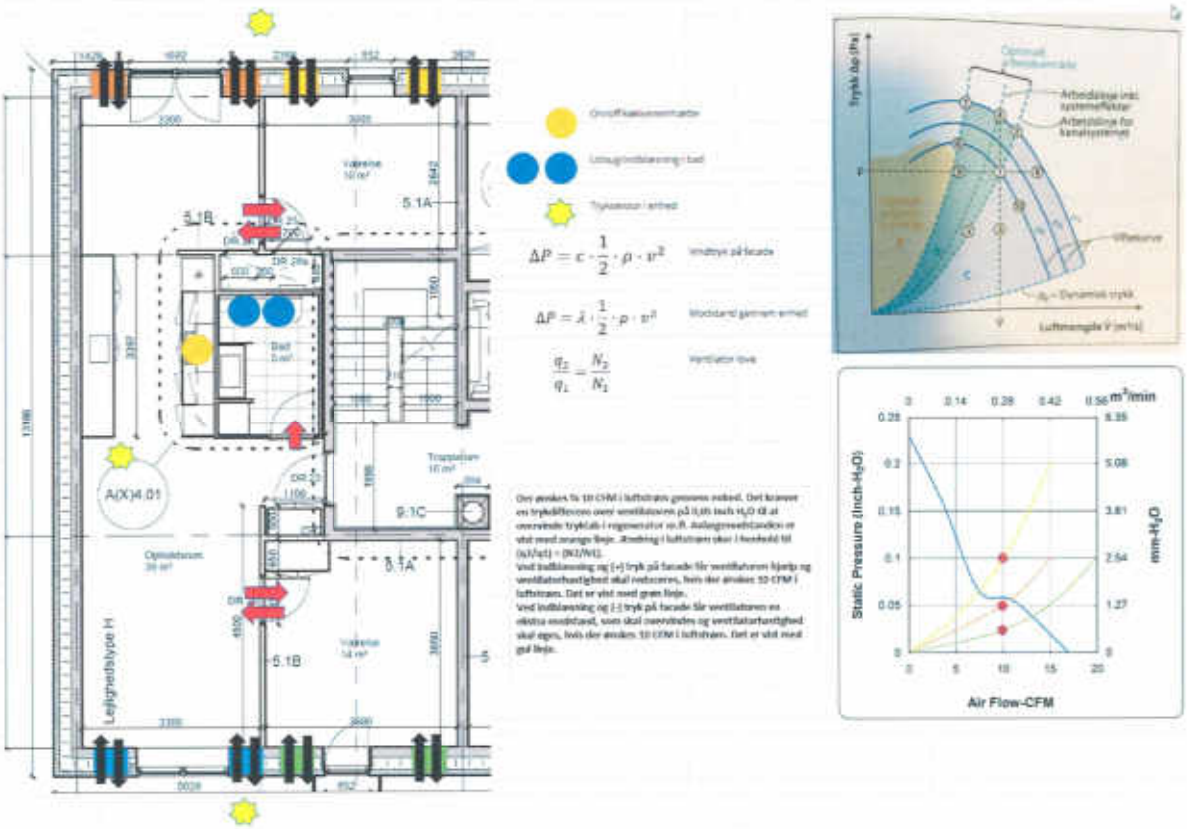
Værdier over anbefalet maks luftmængde arc. stej

Værdier uden for grænse af ventilationskapacitet

10. Forhold ved vindtryk på facade

X. Forhold ved vindtryk på facade

Ventilationsenhederne har sensorer, som kan måle det statiske tryk udendørs på facaden og det statiske tryk indendørs. Herved kan der opstilles algoritmer, som til en vis grad kan kompensere for et positivt tryk på facaden eller et negativt tryk på facaden. Herforuden hvis emhætten er i drift. Ofte vil der være et positivt tryk på den ene facade og et negativt tryk på modsatte facade. Det er antaget, at trykket overalt i lejligheden er det samme. En matematisk beskrivelse af ventilationsenhedernes kapacitet ved forskellige omdrejningstal er en nødvendighed. Fokusområde er specielt sikring mod for høje (+) vintryk på facaden, som kan dominere over mikroventilatorerne.



Eksempel lejlighed, ventilatorkurve og strømningsformler.

Der kan beskrives forskellige driftssituationer (task) som enhederne skal forholde sig til:

<u>Driftssituation 00 – Reference luftstrøm</u>

Ventilationsenhederne leverer en referenceluftstrøm ved en trykstigning på $\Delta p_{reference}$ over ventilatoren svarende til et referenceomdrejningstal, se eventuel principiel ventilatorkurve ovenfor.

<u>Driftssituation 01 - Vindstille - Emhætte (Off) – Bad(Off)</u>

Signal fra emhætte: lig Off

Signal fra fugtsensor: lig Off

$p_{inde} = p_{ude} \approx 0$ Pa

p_{ude} og p_{inde} måles hver gang i det øjeblik alle ventilationsenheder spærrer 100% for luftgennemgang.

Driftssituation 02 - Vindstille - Emhætte (On) – Bad(Off)

Signal fra emhætte: lig On

Signal fra fugtsensor: lig Off

$P_{inde} < p_{ude}$ og $p_{ude} \approx 0$ Pa.

P_{inde} og p_{ude} måles hver gang i det øjeblik alle ventilationsenheder spærrer 100% for luftgennemgang. Ved udsugning skal enhederne kun levere differencen mellem referenceluftstrømmen og emhætteudsuget. Enhederne skal yderligere tage hensyn til trykforskellen mellem inde og ude.

Ved indblæsning skal enhederne levere referenceluftstrømmen. Enhederne skal yderligere neddrosle omdrejningstal svarende til trykforskellen mellem inde og ude.

Driftssituation 03 – Vindstille og bad (On)

Signal fra emhætte: lig Off.

Signal fra fugtsensor: lig On

$p_{inde} = p_{ude} \approx 0$ Pa

Signal fra fugtsensor: lig forcering af balanceret ventilation til 15 liter/s (omdrejningstal for indblæsningsventilator bør dog kun være 95% af udsugningsventilator).

Driftssituation 04 – Vindstille og emhætte (On) og Bad (On)

Signal fra emhætte: lig On

Signal fra fugtsensor: lig On

Denne situation kan sidestilles som en kombination af driftssituation 02 og 03.

Driftssituation 05 – Vindtryk og vindsug på facader, emhætte (Off) og bad (Off)

Signal fra emhætte: lig Off

Signal fra fugtsensor: lig Off

P_{inde} og p_{ude} måles hver gang i det øjeblik alle ventilationsenheder spærrer 100% for luftgennemgang.

$P_{ude\_vest} > p_{inde}$ og $(p_{ude\_vest} - p_{inde})$ lig XX Pa

Hvis $p_{ude\_vest} > p_{ude\_vest\_max}$ skal enheder lukke og afspærre for luften.

Ved udsugning kører ventilatorer med samme omdrejningstal.

Ved indblæsning skal ventilatorer indregne trykdifferensen og drosle omdrejningstal ned, så udsugning og indblæsning får samme værdi.

$P_{ude\_øst} < p_{inde}$ og $(p_{ude\_øst} - p_{inde})$ lig YY Pa

Ved indblæsning kører ventilatorer med samme omdrejningstal.

Ved udsugning skal ventilatorer indregne trykdifferensen og drosle omdrejningstal ned, så udsugning og indblæsning får samme værdi.

Driftssituation 06 – Vindtryk og vindsug på facader, emhætte (On) og bad (Off)

Signal fra emhætte: lig On

Signal fra fugtsensor: lig Off

P_{inde} og p_{ude} måles hver gang i det øjeblik alle ventilationsenheder spærrer 100% for luftgennemgang.

Ved udsugning skal enhederne kun levere forskellen mellem referenceluftstrømmen og emhætteudsuget.

Ved indblæsning skal enhederne tage hensyn til trykforskellen mellem inde og ud og tilpasse omdrejningstallet efter dette.

$P_{ude\_vest} > p_{inde}$ og $(p_{ude\_vest} - p_{inde})$ lig XX Pa

Hvis $p_{ude\_vest} > p_{ude\_vest\_max}$ skal enheder lukke og afspærre for luften.

$P_{ude\_øst} < p_{inde}$ og $(p_{ude\_øst} - p_{inde})$ lig YY Pa

Note

Det vigtigste er sikring ved for stort (+) tryk på facade altså en slags stormsikring. Et set-punkt kunne være fx ved 15 Pa.

11. Forsøg med ekstra lyddæmpning af mikroventilationsenheder

Notat om LYD-transmission igennem Inventilate 'MicroVent' enheder.

Lidt om relevante lydmæssige forhold:

Når en kanal-ventilator indsættes i en ydermur vil den eksterne støj transmitteres ind i bygningen, helt svarende til en friskluftventil. Dette kan betyde, at krav vedr. lydniveau inde i bygningen ikke kan overholdes.

Hvor meget lyd der slipper ind ved forskellige frekvenser afhænger af

1) Kanal dimension, dvs. både areal, længde og geometrisk udformning (rektangulær, kvadrat eller flad sprække, rund eller andet)
2) Lydabsorptionsevne for de indvendige flade i kanalen for givet frekvens.
3) Evt. 'labyrint' udformninger (omveje for lyd og luft, herunder simple 'knæk' og enkelt eller flere bøjninger.

Luftens hastighed i kanalen har ikke betydning i forhold til lydhastigheden (ca 340 m/sek).

Tykkelsen af normalt lydabsorberende materiale har betydning for hvor langt ned i frekvens at dæmpningen er brugbar. Dette betyder ofte at med begrænsede tykkelser vil især lavfrekvent støj fra fx lastbiler, busser mm kan blive et problem inde i bygningen når der er åbninger i væggen såsom utætheder, spalter, friskluftventiler og kanal-ventilatorer.

Til beregning af den lyd der i givet fald vil slippe ind i bygningen skal kendes den lyd der optræder uden for bygningen, og ser skal beregnes de arealvægtede reduktionstal for hhv. mur, vinduer, døre og kanalventilatorer. Dette vil for en givet lydpåvirkning udefra kunne omregnes til det samlede lydniveau inde i et givet lokale, hvor rumdimensioner og lydabsorptionsforhold så også indvirker på niveauet som funktion af frekvensen. Disse forhold kan i princippet også måles rum for rum.

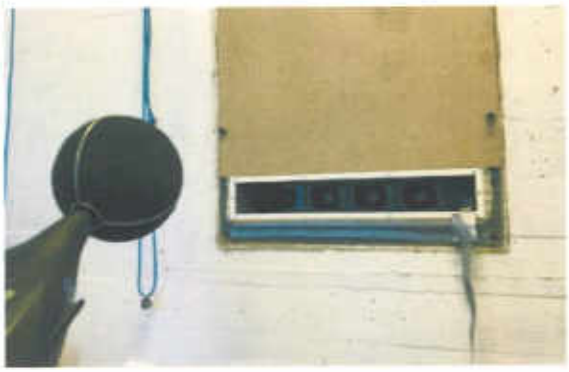
Målinger af tillægs-lyd-transmissionsdæmpning for MicroVent enheder:

Der er gennemført orienterende målinger af tillægs-lyd- transmissionsdæmpning, som er et relativt mål for hvordan en givet udformning af en kanal med eller uden ventilator dæmper i forhold til en referencekanal, som her er 'prototypen' af MicroVent enheden pr. juni 2021. Det er således ikke den 'absolutte' dæmpning, men en relativ størrelse i forhold til en reference.

Målemetoden er at montere en MicroVent kanal i en åbning i væggen til et såkaldt klangrum, hvor kraftig lyd inde i klangrummet så vil transmitteres igennem kanalen og den mere eller mindre dæmpede lyd måles i en fast måleposition uden for klangrummet.

Ved at anvende et klangrum og en referencelydkilde med et konstant, kraftigt lydniveau jævnt fordelt på alle relevante frekvenser mellem ca. 50 Hz og 16 kHz kan forskellige versioner af kanalen mht. lyddæmpende virkning relativt let og sikkert måles og sammenlignes.

Fotos af opstilling:



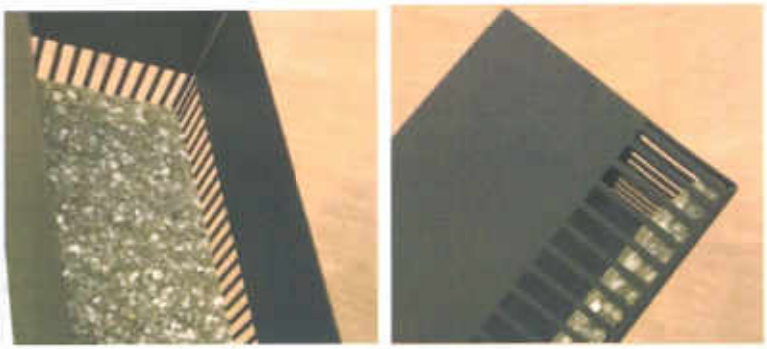
Figur 1 Måleposition 1 meter foran indvendig åbning af MicroVent (4 blæsere)

Figur 2 MicroVent enhed monteret i åbning, afdækningsskærm fjernet, og først halvdel af 'lydabsorberende' materiale fjernet (= lydfælde i kanaler). Blæserne kan ses i hver kanal.

Figur 3 Monteret afdækningsskærm uden lydabsorbent, placeret på indvendig side af MicroVent. Foto drejet 90 grader.

Figur 4 Eksempel på lydabsorbent monteret på flade af afdækningsskærm ind mod kanalen.

Figur 5 Lydkilde (blå cirkel) placeret i klangrum udfor MicroVent 'udesiden' (i rød cirkel)



Figur 6 To udsnit af afkast-boks på yderside af MicroVent kanal. Denne er vist med lydabsorberende materiale (spættet).

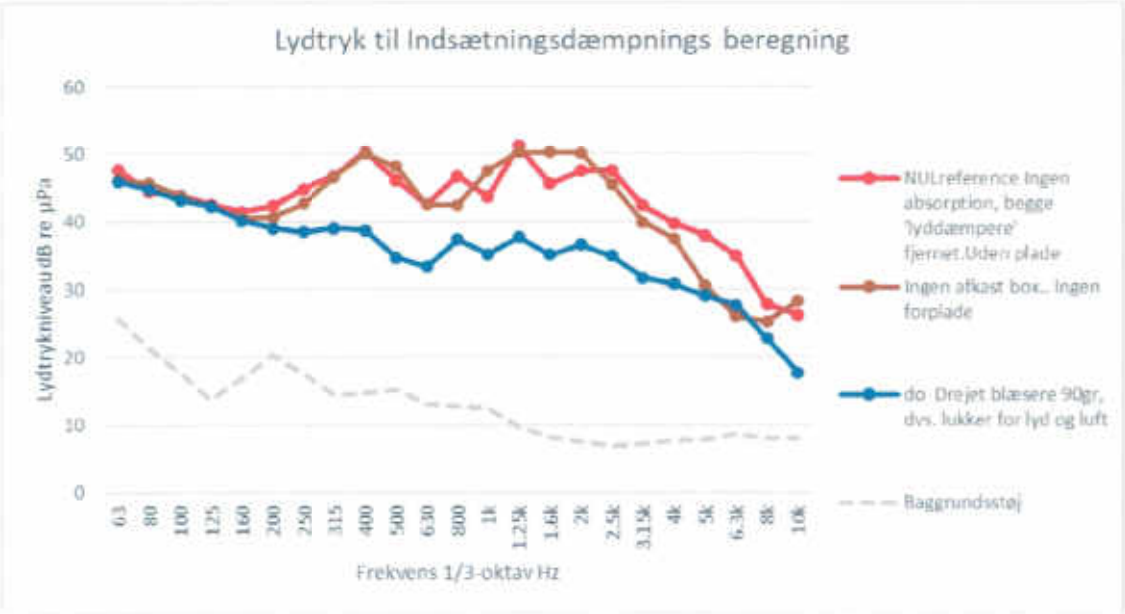
Der vælges som reference den udæmpede version af afkast-boksen.

Figur 7 Varmevekslere (regenerative, af plast) monteret i kanal på ude-siden. Monteret ved alle målinger.

Varmevekslerne har en givet, men ikke målt indsætningsdæmpning. Såfremt denne ændres mht. spaltebredde og længde vil både lyddæmpning og tryktab blive påvirket. Referenceversionen er med varmevekslerne monteret.

Lydmålinger:

Til forståelse af måle og beregningsmetoden vises et eksempel på 4 lydmålinger.



Figur 8 Eksempel på målinger af lydniveauer, som bruges til beregning af lyd-transmissionsdæmpning.

Her er vist med rødt kurven for den 'mindst dæmpende version', som er uden lydabsorption og uden skærme/afdækninger i begge ender af kanalen.

Med blå kurve er vist situationen med blæserne drejet 90 grader, dvs. mellem-stillingen, hvor åbningen er helt lukket kortvarigt under skiftet mellem ind- og udblæsning af luft.

Den brune kurve er eksempel med monteret lyddæmpning i kanalen på 'inde siden', men uden afdækningsskærm og skærm på afkastside (ude siden).

Beregnede tillægs-dæmpninger.

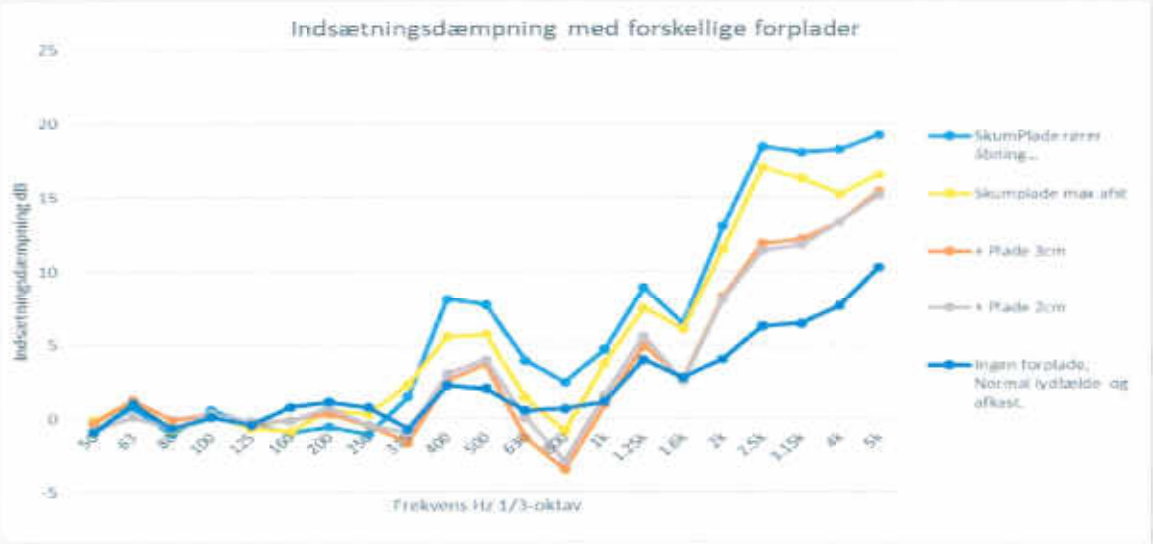
Det er valgt at anvende situationen vist med rødt på ovenstående kurve til referencedata for de efterfølgende beregninger af tillægs-lydtransmissionsdæmpning.

Figur 9 Tillægsdæmpning for tre varianter i forhold til referencen.

Bemærk især den grå kurve, som viser hvad en lukning af hullet igennem hver blæser betyder, når denne position passeres ved hvert luft-retningsskift. Når dette suppleres med lydabsorption og skærme både udenfor og indenfor ventilationskanalerne bekræfter det at lydniveauet indendørs også med hensyn til ekstern støj (trafik mm.) vil have disse regelmæssige korte dyk, som kan virke generende og betyde at nogle personer mindes om støjen.

Lydabsorption monteret i afkast-boxen (den udvendige skærm med huller) giver en tillægsdæmpning fra 6 til 10 dB for frekvenser over godt 1 kHz.

Når afkastboxen demonteres (blå kurve) ses nogle forringelser ved nogle frekvensbånd i forhold til referencen, som vurderes at være forårsaget af ressonansfænomener.



Figur 10 Tillægs-Indsætningsdæmping med forskellige forpladevariationer.

Eksemplet viser flere karakteristiske forhold for de aktuelle MicroVent kanaler:

1) Der er ingen brugbar tillægs dæmpning under 250 Hz
2) Der er væsentlig tillægs dæmpning for frekvenser over 1,6 kHz.. op mod 18 dB
3) I mellemområdet 250 Hz til 1,6 kHz optræder et tydeligt dyk omkring 800 Hz, tilsyneladende med en lille "forstærkning", dvs. en dårligere absolut dæmpning end referencen.

Kommentar: Dykket omkring 800 Hz er formentlig primært bestemt af længde resonans i kanalens længde, hvor der optræder en eller flere stående lydbølger. Tilsvarende kan den mindre top omkring 400-500 Hz være anti-resonans bølger.

At der ikke er nævneværdig tillægs-dæmpning under 250 Hz skyldes at lydabsorptionsmaterialerne er tynde (10-15 mm)

Med hensyn til støjen fra blæserne er det ikke kritisk med den manglende tillægs-dæmpning under 250 Hz, men med hensyn til mulig trafikstøj med tunge lastbiler mm kan det være et problem.

Figur 11 Tillægs dæmpning med kanaler uden indvendige lydfælder (lydabsorption), men med forplade uden og med lydabsorberende materiale vendt mod blæserne.

Her ses en klar forbedring på op til 10-12 dB for frekvenser over 1250 Hz. Lille forbedring ved 'pukkel' omkring 250-315 Hz.

Sammenfatning:

Der kan opnås en god forøgelse af højfrekvens dæmpningen med simple midler, lydabsorption på indvendige sider af kanal, samt i afkast-boks, og på 'bagsiden' af den afskærmningspladen på 'inde siden'.

Jo tykkere materiale jo bedre mht. at nå længere ned i frekvensområde.

Jo mindre spalte mellem indervæg og afdækningsplade jo højere dæmpning.

Men alle indsnævringer giver større trykfald, dvs. mindre luft ved samme rpm for blæserne.

En effektiv lavfrekvensdæmpning kan være relevant for montering i miljøer med generende lavfrekvent ekstern støj, så som tung trafik.

Blæserne udsender ikke lavfrekvent støj, og de undersøgte forsøgsvise forbedringer af lyd-transmissiondæmpningen giver også en øget dæmpning af blæsernes mere højfrekvente støj.

12. Lydforhold i bolig med mikroventilation

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup

Tlf. +45 72 20 20 00
info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

19. November 2021

Inventilate Aps

Orionvej 2

7430 Ikast

ELFORSK del-projekt:
Lydforhold i bolig med Inventilate ventilation.

Resumé:

Lydniveauer med grundventilation 0,3L/m2 er lave og alle godt under grænseværdi på 30 dB(A).

Der er ikke hørbar tydelig tonestøj fra blæserne.

Ved lidt højere luftmængder ændres frekvensfordelingen mod lavere frekvenser, og niveauerne øges som forventeligt. Ved luftmængde med indstilling 55 % er det baggrundsstøj-korrigerede lydniveau på 31 dB(A) lige over grænseværdien på 30 dB(A).

Der er hørbare pauser når blæseretningen skifter. Dette reducerer ikke det gennemsnitlige støjniveau nævneværdigt, men kan give anledning til at personer bemærker skiftene, som sker typisk ca. 2 gange i minuttet. For nogle kan dette virke generende, og andre vil vænne sig til det. Det afhænger i høj grad af den aktuelle baggrundsstøj, som om dagen ofte kan være over 30-35 dB(A), men om natten også kan være under 20 dB(A) i lange perioder.

Efterklangstiderne i møblerede lokaler er forventelige, især når der er monteret loftpaneler af træ. Forskellen i lydniveauer i lokaler uden og med møblering er mellem 1 og 3 dB for totalniveauerne. Faktorer som fx loftsbeklædning og rumstørrelse har væsentlig betydning. Dette gør 3 dB tillægget for lydmålinger i 'møblerede' lokaler i forhold til umøblerede til en noget uklar korrektion.

Indhold

1. Indledning

Der er foretaget målinger af lydudsendelsen i beboelsesrum i bolig, hvor der er anvendt Inventilate ventilation.

I nogle af rummene er målt både med og uden møbler, så det kan vurderes om Bygningsreglementets forudsætninger om målinger i tomme rum i forhold til møblerede rum i den aktuelle bolig er relevant og 'rimelig'.

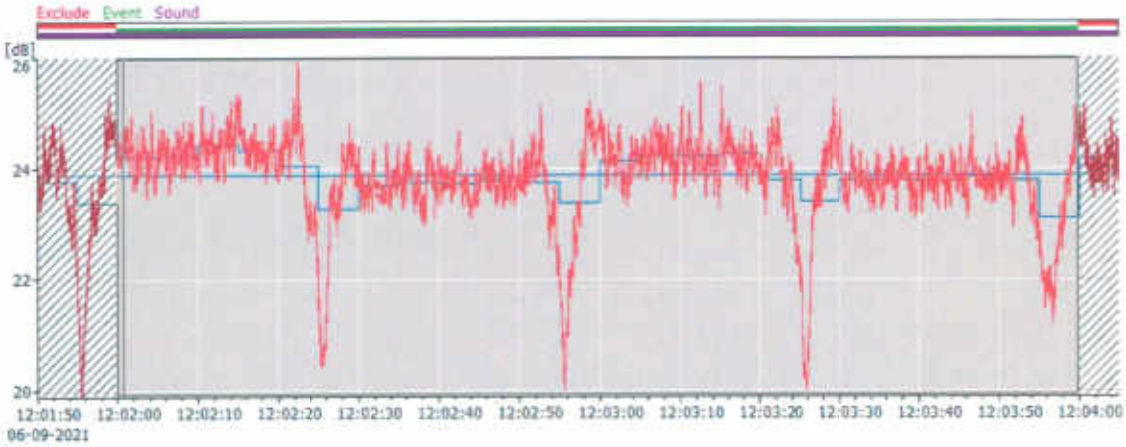
2. Måleobjekt

Målestedet var bolig på Enghavevej 17, 7550 Sørvad.

3. Målemæssige forhold

Der blev målt i dagtimer uden for 'myldretid'. Der anvendtes et målesystem, hvor data logges løbende og lyden optages synkront til senere lytning og frasortering af ikke relevante hændelser (trafikstøj, fugle i haven....)

Inventilate enheden er baseret på skiftevis at indblæse frisk luft og udsuge luften igen med en skiftefrekvens på ca. 30 sekunder pr. blæseretning inklusive skiftetiden hvor blæserdelen vendes modsat. Herunder er vist et eksempel på 4 halv-cyklusser.



Der ses en lille forskel på gennemsnitsniveauet afhængigt af blæseretning, hvorfor det er vigtigt ved dataopsamlingen at udvælge lige mange indblæsnings- som udsugningsperioder, samt at få de tilhørende vendinger med.

Vendingerne ses desuden at give en kortvarig periode med hørbart lavere niveau (en kort pause på 1-2 sekunder). Denne indgår med lille vægt i gennemsnitsniveauerne, men med hørbar effekt. Ved den laveste luftmængde kan motor/mekanik til drejning af blæserne anes, når man er tæt på enheden.

Luftmængden blev ved målingerne sat til 0,3 Liter/m^2 som grundstilling iflg Bygningsreglementet, og for nogle af målingerne desuden til hhv. 38% og 55% af maksimalspændingen for at kunne sammenligne støjniveauerne mellem værelserne for samme omdrejningstal.

Desuden blev både støjmålinger og efterklangsmålinger foretaget med hhv. tomme rum (uden møbler) og med normal møblering foretaget i 2 af lokalerne (børneværelse og soveværelse). Dette for at kunne få lidt erfaringstal for indflydelsen af lokalernes møblering eller ej. Her skal bemærkes, at lofterne i alle rum er afdækket af træpaneler, som giver en vis lydabsorption i forhold til malede og pudsede overflader.

4. Måleudstyr og metode:

Alle målinger er udført jvnf. SBI-anvisning 217 "Udførelse af bygningsakustiske målinger" (2017)

Lydmålingerne blev foretaget med præcisionslydtrykmåler Brüel & Kjær, type 2270G (ID# 159822) med samtidig måling i to positioner. Begge målekæder blev kalibreret på stedet med lydtrykkalibrator Brüel & Kjær type 4231, som er underkastet regelmæssig ekstern kontrol.

Mikrofonerne blev opstillet i hhv. afstand 1 meter ud for Inventilate enheden i højde 1,5 m og asymmetrisk ude i lokalet også i højde 1,5 meter.

Ved analysen blev anvendt datahåndtering- og analyseprogram BZ 5503 "Partner Suite". Data blev overført til regneark og relevante sammenligninger og kurver blev udført.

Plot af frekvensfordeling angives som A-vægtede 1/3-oktavniveauer (L_{pA})for at synliggøre hvilke frekvensområder, der er mest betydende for den samlede A-vægtede sum.

Den samlede A-vægtede lydniveau angives for frekvensområdet 100 Hz til 10 kHz. I tabel form vises både ukorrigerede værdier, og korrigeret for baggrundsstøj. Da afstanden mellem baggrundsstøj og blæserstøj er lille især for grundstilling 0,3 L/m2 er usikkerheden på denne værdi påvirket, og der angives med afrundet værdi (hel-tal).

Efterklangsmålinger blev foretaget med 'afbrudt' kraftig støj udsendt af højttaler, styret af lydmåleren. Her var målepositionerne fordelt typisk på 3 positioner ude i lokalet. Der foretages flere målinger for hver mikrofonposition og middelværdien bestemmes for 1/1-oktavniveauer i frekvensområdet 63 Hz - 8 KHz.

5. Lydniveauer

Værelse (Børneværelse)

Figur 1 Børneværelse. Grundmåling udfor enhed og supplerende måling nærmere døren

Lydmålinger:

Figur 2 Grundmålinger i børneværelse. Avægtede 1/3-oktavniveauer.

Det bemærkes, at ved 0,3 L/m2 er totalniveauet bestemt af frekvensområdet 2k – 2,5 kHz, og ved høj luft luftmængde er det hele frekvensområdet 250 – 3,15 khz der bestemmer totalniveauet. Det indikerer at styringen af blæsermotorerne giver nogle 'overtoner' pga. digital støj i styrestrømmen, så det ikke er turbulensstøj der bestemmer støjen ved lave luftmængder. Men uanset det er lydudsendelsen ved lille luftmængde ret lav.

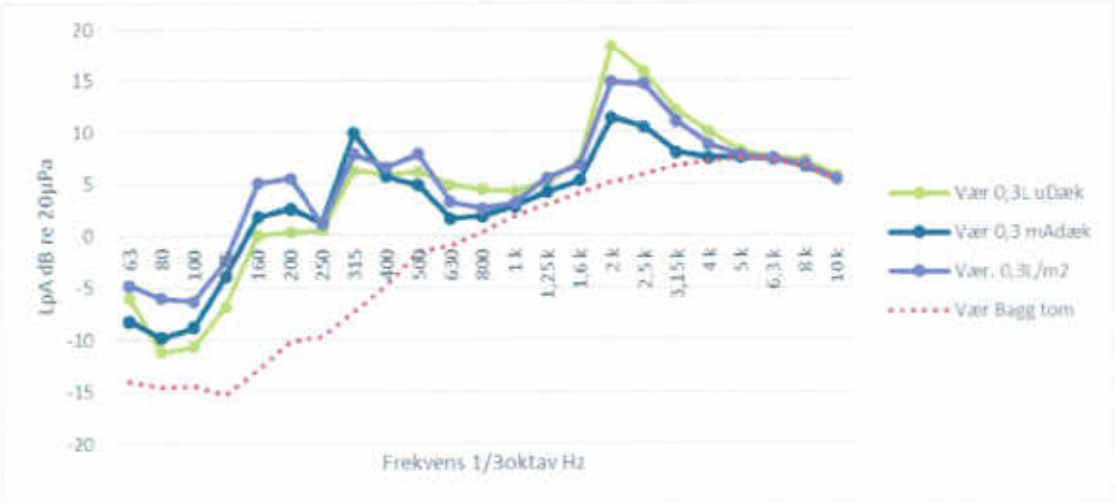
De Avægtede total niveauer var her (L_{Aeq}) hhv. uden og med korrektion for baggrundsstøj:

Tabel 1 Målinger i lille værelse

	Baggrund	0,3 L/m²	38%	55%
Ukorr	17	21,8	23,9	31
Korr	x	20	23	31

Forsøg med afdækning

I dette værelse blev udover målinger med 'normal' situationen også foretaget målinger med forsøgsvise ændringer af 'afdækningspladen' hhv. uden denne og med en version med lydabsorberende materiale på indersiden.



Figur 3 Forsøg med afdækning foran enhed. 0,3 L/m2 , umøbleret

Heraf ses at total niveauet som forventet har højeste niveau uden afdækning, og laveste med afdækning forsynet med lydabsorbent på indersiden. Men dette gælder ikke for de lavere frekvenser, hvilket indikerer at afdækningen forårsager lidt turbulens/tryktab, som genererer lidt lavfrekvent støj, dog uden at påvirke total niveauet væsentligt, med maksimum ved 2-2,5 kHz.

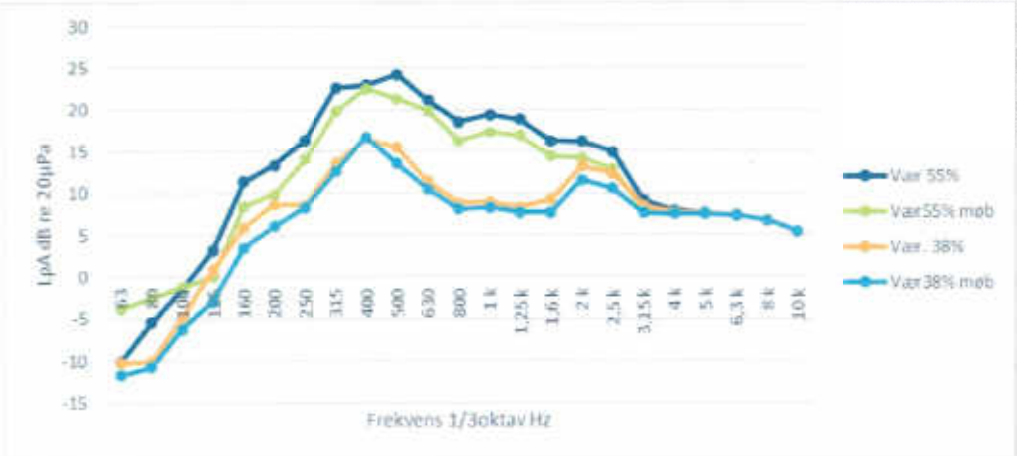
Tabel 2 Forsøg med afdækningsplade foran enhed

	Baggrund	Uden	Normal	+ absorber
Ukorr	17	22,8	21,8	19,7
Korr	x	21	20	"16" *

Note*: Med absorbent monteret er den korrigerede værdi ret usikker, da baggrundsstøjen er mindre end 3 dB fra den ukorrigerede værdi.

Forsøg med tomt og møbleret værelse.

Figur 4 Møbleret værelse



Figur 5 Målinger uden og med møblering.

Der ses en generel reduktion i lydniveau når lokalet bliver møbleret, hhv. 1 og 2 dB på totalniveauet. Det bemærkes, at der ikke ses helt samme reduktion for hhv. 55% og 38% drift, hvilket indikerer en vis usikkerhed på målingerne, som ikke helt kan forklares ved mulig baggrundsstøjs indflydelse.

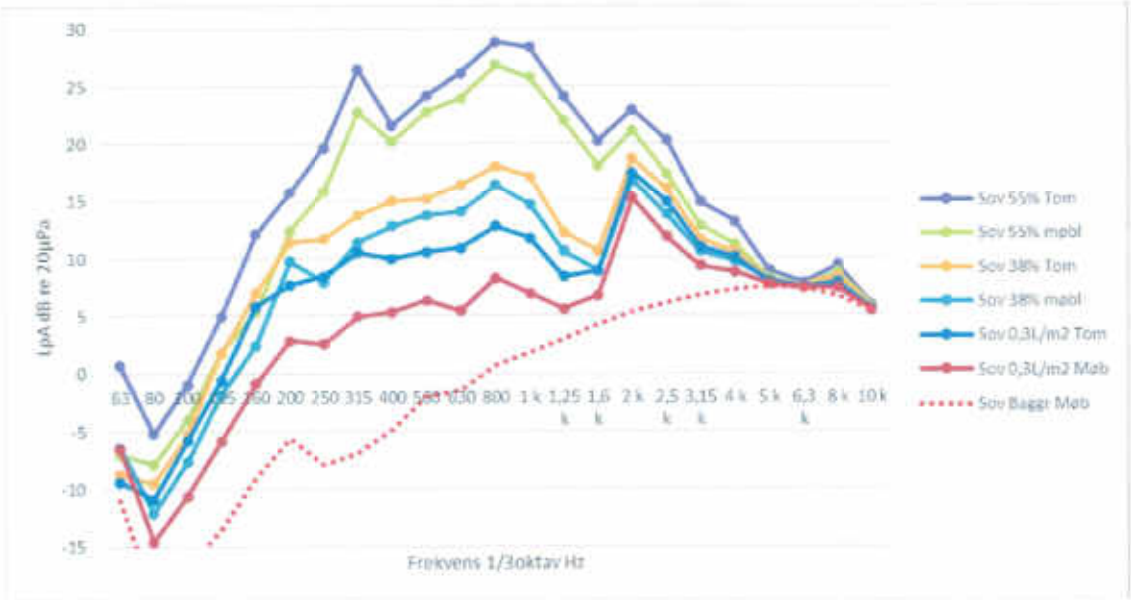
	38 % Tomt	38 % Møbleret	55 % Tomt	55% Møbleret
Ukorr	23,9	23,0	31,0	29,1

Pga teknisk fejl er 0,3L/m^2 måling kasseret.

Soveværelse

Figur 6 3 billeder af umøbleret soveværelse, og 1 med møblering (seng med dyner)

Lydmålinger i soveværelse



Figur 7 Lydmålinger Soveværelse tomt og møbleret lokale ved hhv 0,3L7m2 , 38% og 55%.

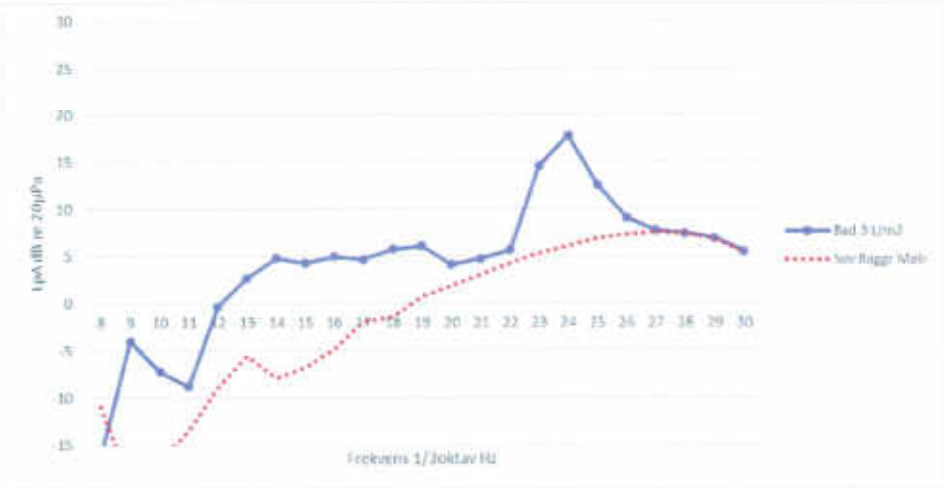
Der ses samme generelle forskel for hhv. 38% og 55% målingerne, men en noget større forskel for 0,3 L/m2 målingerne. Dette er ikke logisk og kan rejse tvivl om grundmålingen 0,3 L/m2 mht. indstillingen af blæserne. Det er ikke variation i baggrundsstøjen der er årsagen.

Total niveauerne har således forskelle mellem ca 2 og 3 dB.

	3 L/m² tomt	3L/m² møbleret	38 % tomt	38 % møbleret	55 % tomt	55 % møbleret
Ukorr	24,0	21,2	26,8	25,0	35,6	33,3

Badeværelse

Figur 8 Badeværelse.



Figur 9 Lydmålinger i badeværelse. Hårde vægge og gulv. Træloft. Kun ved 3 L/m²

I badeværelset ses maksimalniveauerne klart at være mellem 2 kHz og 3.15 kHz, som helt bestemmer den totale Avægtede værdi på ca. 22 dB(A) ukorrigeret, og ca 21 dB(A) korrigeret for 'forventet' baggrundsstøj omkring 17 dB(A).

Stue (stor og med køkken-siderum)

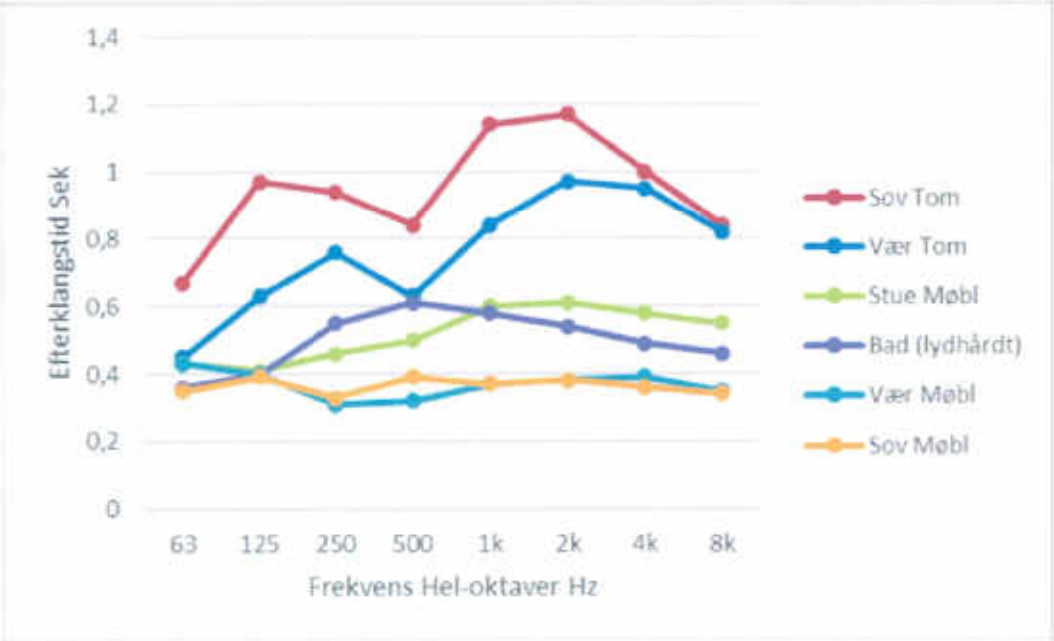
Figur 10 Stor stue med 'tilknyttet' køkken/alrum.

Stuen og køkkenet var relativt tomme og uden tæpper eller gardiner, men med en stor sofa. Det kan derfor ikke helt betegnes som umøbleret.

Figur 11 Støjniveau i stue ud for enhed. 0,3 L/m²

Også her ses maksima mellem 2 og 2,5 kHz. Total niveau ukorrigeret ca. 20 dB(A) og korrigeret også omkring 20 dB(A) (Usikker bestemmelse pga baggrundsstøj).

6. Efterklangsmålinger



Figur 12 Efterklangsmålinger. Frekvensfordeling i 1/1-oktaver.

Forskellen mellem umøblerede (tømte) lokaler og møblerede er markant.

Især det lille værelse har lange efterklangstider, som skyldes det lille volumen i forhold til arealet. Badeværelset var lidt irregulært med badekabine, og muligvis betød en fyldt vasketøjspose mere end forventet, især mht. lavere frekvenser.

Møbleret er værelse og soveværelse under 0,4 sekunder, hvilket er fint jvnf. Anbefalinger fra Bygningsreglement mm.

7. Sammenfatning

Lydniveauer med grundventilation 0,3L/m2 er lave og alle godt under grænseværdi på 30 dB(A).

Der er ikke hørbar tydelig tonestøj fra blæserne.

Ved lidt højere luftmængder ændres frekvensfordelingen mod lavere frekvenser, og niveauerne øges som forventeligt. Ved luftmængde med indstilling 55 % er den korrigerede lydniveau på 31 dB(A) lige over grænseværdien på 30 dB(A).

Der er hørbare pauser når blæseretningen skifter. Dette reducerer ikke det gennemsnitlige støjniveau nævneværdigt, men kan give anledning til at personer bemærker skiftene, som sker typisk ca. 2 gange i minuttet. For nogle kan dette virke generende, og andre vil vænne sig til det. Det afhænger i høj grad af den aktuelle baggrundsstøj, som om dagen ofte kan være over 30-35 dB(A), men om natten også kan være under 20 dB(A) i lange perioder.

Efterklangstiderne i møblerede lokaler er forventelige, især når der er monteret loftpaneler af træ. Forskellen i lydniveauer i lokaler uden og med møblering er mellem 1 og 3 dB for totalniveauerne. Faktorer som fx loftsbeklædning og rumstørrelse har væsentlig betydning. Dette gør 3 dB tillægget for lydmålinger i 'møblerede' lokaler i forhold til umøblerede til en noget uklar korrektion.

13. DBI-notat (brandkrav) til mikroventilationssystemer

InVentilate
Orionvej 2
7430 Ikast

John Børsting

2013-05-03

Sag: RE13161
Init.: SVO/RKN
E-mail: svo@dbi-net.dk
Dir.tlf.: 29439850

Vedr.: InVentilate

Efter henvendelse fra John Børsting fra InVentilate har DBI udarbejdet nærværende notat, ud fra et brandteknisk perspektiv, om anvendelse af produktet MicroVent, som ventialtion, i forbindelse med renovering og nybygning af forskellige bygningstyper.

Beskrivelse

MicroVent er en ventilationsåbning direkte til det fri, som altid placeres i bygningens klimaskærm, enten i en ydervæg eller i tagfladen på bygninger med lav taghældning.
En ventilationsåbningen indeholder et antal mikroventilatorer, som skiftevis indstilles til at suge luft ud af bygningen og til at suge udeluft ind i bygningen. Ventilationsåbningen kan også bringes i en lukket position, hvor der kun i begrænset omgang tillades passage af luft gennem enheden. Ved at lade den opvarmede indeluft fra rummet passere ud gennem ventilationsåbningen opvarmes ventilationsåbningernes varmeakkumulerende plader, når luftens strømningsretning efterfølgende skifter vil den kolde udeluft, som suges gennem ventilationsåbningen blive opvarmet, hvorved der opnås en varmegenindvinding. Ventilationsåbningen energiforsynes via bygningens 230 V forsyning og styringen af ventilationsåbningerne sker via et signalkabel.

Lovgivning

Al byggeri er reguleret af det bygningsreglement, som er gældende på bygningens opførelsestidspunkt og brandsikringen af et byggeri bør pt. udføres efter anvisningerne i Energistyrelsens publikation "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012".

Af bygningsreglement 2010 fremgår det af afsnit 6.3.1.1 stk. 2. "Tilførsel af udeluft skal tilvejebringes gennem åbninger direkte til det fri eller med ventilationsanlæg med indblæsning." Af den vejledende tekst fremgår: *"(6.3.1.1, stk. 2) Ventilationsåbninger direkte til det fri kan f.eks. være udeluftventiler eller styrede vinduer. Åbningernes primære formål er at sikre, at udeluft tilføres rummene på en kontrolleret måde."*

Endvidere fremgår det af bygningsreglement 2010 afsnit 6.3.1.1 stk. 4. "Overføring af luft fra et rum til et andet må ikke ske fra mere til mindre luftforurenet rum." Af den vejledende tekst fremgår: *"(6.3.1.1, stk. 4) I boliger vil de mere luftforurenende rum for eksempel være køkken, baderum, wc-rum og bryggers. I erhvervsbyggeri bør der ikke ske genbrug af luft fra lokaler med procestekniske forureninger i luften."*

Endelig fremgår det af bygningsreglement 2010 afsnit 6.3.1.1 stk. 5. "Ventilationsanlæg og ventilationsåbninger direkte til det fri skal være konstrueret og installeret, så de ikke tilfører de ventilerede rum stoffer, herunder mikroorganismer som gør indeklimaet sundhedsmæssigt utilfredsstillende."

Risiko

Hvis anvisningerne i Energistyrelsens publikation "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012" ikke følges kan der være en risiko for at personer som opholder sig i bygningen udsættes for kritiske forhold i forbindelse med en brand i bygningen.

Vurdering

Det er DBI's vurdering at MicroVent er en ventilationsåbning direkte til det fri og at der i relation til bygningsreglementet krav om brandsikring ikke er tale om et ventilationsanlæg eller et ventilationssystem.
Det betyder imidlertid at anvendelsen af MicroVent brandteknisk er reguleret bygningsreglementet og Energistyrelsens publikation "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012" på samme måde som andre byggematerialer.

Anvendelse af MicroVent under eller over et vindue

I forbindelse med bygningsrenoveringer, hvor bygningens vinduer udskiftes og der under eller over vinduet installeres MicroVent er der en række forhold som skal tilgodeses.

Redningsåbninger

På grund af højden af MicroVent vil en udskiftning af et vindue normalt betyde at det nye vindue bliver mindre end det eksisterende. Denne reduktion af vinduets højde kan have en negativ indflydelse på vinduets anvendelighed som redningsåbning.
Generelt gælder det, at redning af personer gennem en redningsåbning kan lade sig gøre, hvis den har en fri højde og bredde på tilsammen 1,5 m, hvor højden er mindst 0,6 m og bredden mindst 0,5 m.
Endelig bør det sikres, at redningsåbningerne placeres i en afstand fra gulv, så personer kan nå dem og reddes ud gennem åbningerne. De fleste personer vil kunne komme ud af en redningsåbning, der er placeret i en afstand fra gulv til underkant af redningsåbninger på op til 1,2 m. Alternativt kan der f.eks. etableres et fast trin eller andet, så redningsåbningen kan nås indefra.
I nogle situationer er der krav om at underkant af redningsåbning er tæt på terræn, hvilket typisk er op til 2,0 m over terræn.

Isoleringsmaterialer

Når der anvendes isoleringsmaterialer, er det vigtigt, at de anvendes på en sådan måde, at det ikke medfører en øget brandrisiko. Ved et isoleringsmateriale forstås i denne sammenhæng ethvert materiale, der har en densitet, som er mindre end 300 kg/m^3. Dette omfatter ikke andre plastbaserede byggevarer end de egentlige isoleringsmaterialer, f.eks. ikke eldåser og -rør, faldstammer, ventilationsdele, kabelisolering, montageskum og lignende.

På denne baggrund vil det normalt være i overensstemmelse med bestemmelsen i bygningsreglement 2010, kapitel 5.3, stk. 1, at:

1. Isoleringsmaterialer, der opfylder kravene til materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] anvendes uden begrænsninger
2. Isoleringsmaterialer, der opfylder kravene til materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], anvendes med de begrænsninger, der i den konkrete sammenhæng gælder for alle andre materialer
3. Isoleringsmaterialer, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] kan anvendes ovenpå etageadskillelser, som er mindst bygningsdel klasse REI 60 A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 60] og anvendes i vægge, hvis isoleringsmaterialet på begge sider af en lodret bygningsdel er afdækket med mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 A2-s1,d0 [BS-bygningsdel 30] og anvendes i tagkonstruktioner, såfremt den underliggende del af tagkonstruktionen er mindst bygningsdel klasse REI/EI 30 [BD-bygningsdel 30] eller anvendes

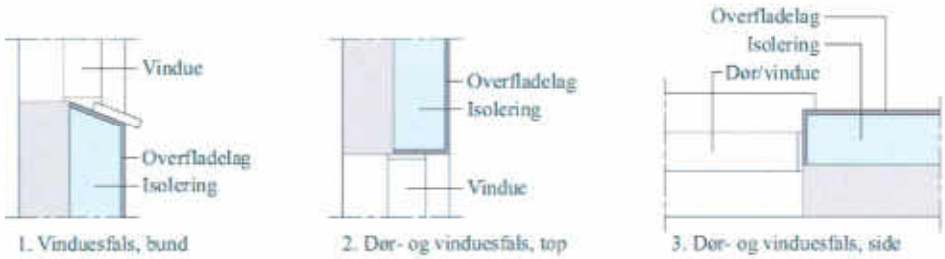
i bygninger, hvor gulv i øverste etage er højst 9,6 m over terræn, når isoleringsmaterialet er afdækket med mindst beklædning klasse K_1 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel, såfremt der ikke er hulrum mellem isoleringsmaterialet og beklædningen. Isoleringsmaterialet er afdækket med mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] langs begge sider af en lodret bygningsdel og langs undersiden af en vandret eller skråtstillet bygningsdel.

Ad 1. Når bygningen er udført eller udføres med isoleringsmateriale af materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale] kan MicroVent anvendes uden begrænsninger i forhold til bygningens isoleringsmateriale. Mineraluld og stenuld kan betragtes som isoleringsmateriale af materiale klasse B-s1,d0 [klasse A materiale].

Ad 2. Når bygningen er udført eller udføres med isoleringsmateriale af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] kan MicroVent anvendes med den begrænsning at ventilationsåbningen skal afsluttes mod isoleringsmaterialet med en beklædning som mindst beklædning klasse K_1 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]. 9 mm gipskartonplader og 9 mm gennembrandimprægnerede krydsfinerplader som er godkendt som klasse A materiale opfylder normalt kravene til en beklædning som mindst beklædning klasse K_1 10 B-s1,d0 [klasse 1 beklædning]

Ad 3. Når bygningen er udført eller udføres med isoleringsmateriale der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] kan MicroVent anvendes med den begrænsning at ventilationsåbningen skal afsluttes mod isoleringsmaterialet med en afdækket med mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30]. 15 mm brandgips opfylder normalt kravene til en bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30].

Ved brug af isoleringsmaterialer til efterisolering af enfamiliehuse, der ikke mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale], er det generelt vigtigt at være opmærksom på, at isoleringsmaterialet afdækkes langs alle bygningsdelenes flader, så isoleringsmaterialet ingen steder er blotlagt. Det er særligt vigtigt langs bygningsdelenes kanter og langs åbninger i bygningsdelene, for eksempel langs sokkel og langs åbninger til vinduer og døre, men også ved udtag til ventilation mv. På figuren herunder er vist afslutningsdetaljer omkring vinduer.



Figur med anvisning på afslutning mellem efterisolering med isoleringsmateriale som ikke er mindst er materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] og vinduer. Overfladen skal være mindst materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]. Den bagvedliggende væg er udført i mindst materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] (figuren er hentet fra publikation Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012).

Indvendige overflader

Ifølge bygningsreglement 2010, afsnit 5.5.1, stk. 1 skal indvendige overflader udføres på en sådan måde, at de ikke bidrager væsentligt til brand-og røgudviklingen i den tid, som personer, der opholder sig i rummet, skal bruge til at bringe sig i sikkerhed.

Dette krav gælder også for rørinstallationer – både for uisolerede rør og for rør, som er forsynet med et isoleringssystem (isoleringsmateriale og afdækning mv.).

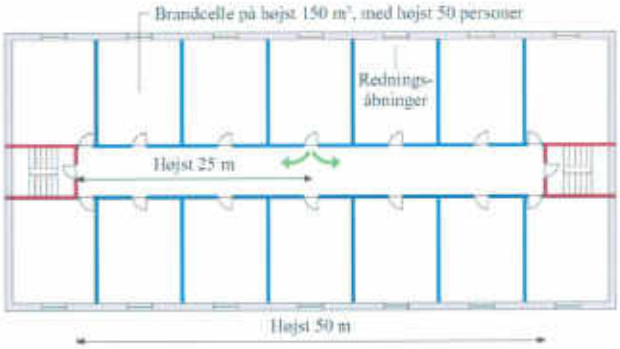
Det anbefales, at rør (inklusive isoleringssystemet) mindst har en overflade klasse E-d2.

Hvis et eller flere rør i et rum har indvendig diameter større end 106 mm og/eller hvis det samlede overfladeareal (inklusive isoleringssystem) for alle rør i rummet udgør mere end 5 pct. af summen af arealerne af rummets væg- og loftoverflader, vil det være hensigtsmæssigt at sikre en bedre brandmæssig kvalitet af rørinstallationernes overflader.

I forhold til et lokales indvendige overfalder bør MicroVent - ventilationsåbning kunne betragtes som et rør med isoleringssystem. Det betyder at hele MicroVent – ventilationsåbning bør være udført i materialer mindst som materiale klasse E-d2. Et materiale i klasse E medvirker i relativ stor udstrækning til brand. Tillægsklassen d2 angiver at der ikke stilles krav om mængden af brændende dråber eller partikler. Mange plastmaterialer opfylder disse materialekrav.

Overføring af luft fra et rum til et andet

Der kan i forbindelse med installation af MicroVent – ventilationsåbninger i en kontorbygning (anvendelseskategori 1) være mulighed for at etablere overføring af luft fra et rum til et andet, når de 2 lokaler har samme anvendelse, dog ikke med printer-, kopi- eller rengøringsrum samt køkken eller wc-rum og lign.
Overføringen sker ved at der under loftet i flugtvejsgangen etableres en brandisoleret kanal, som mindst bygningsdel klasse EI A2,s1,d0 30 [BS-bygningsdel 30], i den ønskede dimension.
Kanalens tilslutning til væggene i flugtvejsgangen skal udføres således at væggens brandmæssige egenskaber ikke forringes.
Begrænsningen er at arealet af et eller flere lokaler ikke overstiger 150 m^2 og alle lokaler har adgang direkte til en flugtvejsgang, som vist på figuren herunder.
Supplerende kan der påregnes overføring af luft fra et rum til et andet via den



Figur med eksempel på bygning med mulighed for at etablere overføring af luft fra et rum til et andet, når de 2 lokaler har samme anvendelse (figuren er hentet fra publikation Eksempelsamling om brandsikring af byggeri 2012).

<u>Placering af ventilationsåbninger i tagfladen</u>

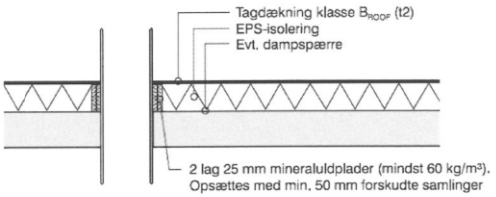
I forhold til risikoen for brandspredning via ventilationsåbninger placeret i tagfladen er der flere forskellige scenarier.

1. En brand i lokaler under ventilationsåbningen må ikke uhindret kunne brede sig til tagkonstruktionen og tagfladen.
2. En brand i tagfladen omkring ventilationsåbningen må ikke uhindret kunne brede sig til lokalet under ventilationsåbningen.
3. En brand i selve ventilationsåbningen må ikke uhindret kunne brede sig til lokalet under ventilationsåbningen og må samtidig ikke uhindret kunne brede sig til tagkonstruktionen og tagfladen.

Ad 1. Det vurderes, at dette vil kunne undgås, når kanalen udføres af materiale klasse A2-s1,d0 af metal med et smeltepunkt på mindst 850°C, hvilket kunne være stål. Samtidig bør kanalen isoleres med 50 mm isolering klasse A2-s1,d0, som anvist på figuren herunder.

Ad 2. Det vurderes, at dette vil kunne undgås, når anvisningen på brandsikring under punkt Ad 1. anvendes.

Ad 3. Det vurderes, at det vil kunne undgås, når ventilationsåbningen placeres på en konstruktion der er udført som mindst bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30]. Konstruktionen skal have en udstrækning som er mindst 100 mm større end ventilationsåbningen i alle retninger i det vandrette plan.



Figur med anvisning på brandsikring af gennemføring af ventilationskanal i tagkonstruktion med isoleringsmateriale, der ikke opfylder kravene til materiale B-s1,d0 [klasse A materiale] (figuren er hentet fra publikation Vejledning – Tagkonstruktioner med udvendig isolering af EPS, September 2008).

Øvrige bemærkninger

Det vurderes, at ventilationsåbningen vil kunne integreres i selve vinduet uden at dette ændre på de forhold som er bekrevet i afsnittet Anvendelse af MicroVent under eller over et vindue.
Samtidig vurderes det, at ventilationsåbningen vil kunne reguleres via trådløs kommunikation mellem de enkelte enheder uden at dette ændre på de forhold som er bekrevet i afsnittet Anvendelse af MicroVent under eller over et vindue.
Endelige vurderes det, at hele eller dele af vinduets glasareal vil kunne udføres med en hel eller delvis transparent solcelle og genopladelige batterier, som kan udgøre den primære energikilde til ventilationsåbningen, uden at dette ændre på de forhold som er bekrevet i afsnittet Anvendelse af MicroVent under eller over et vindue.

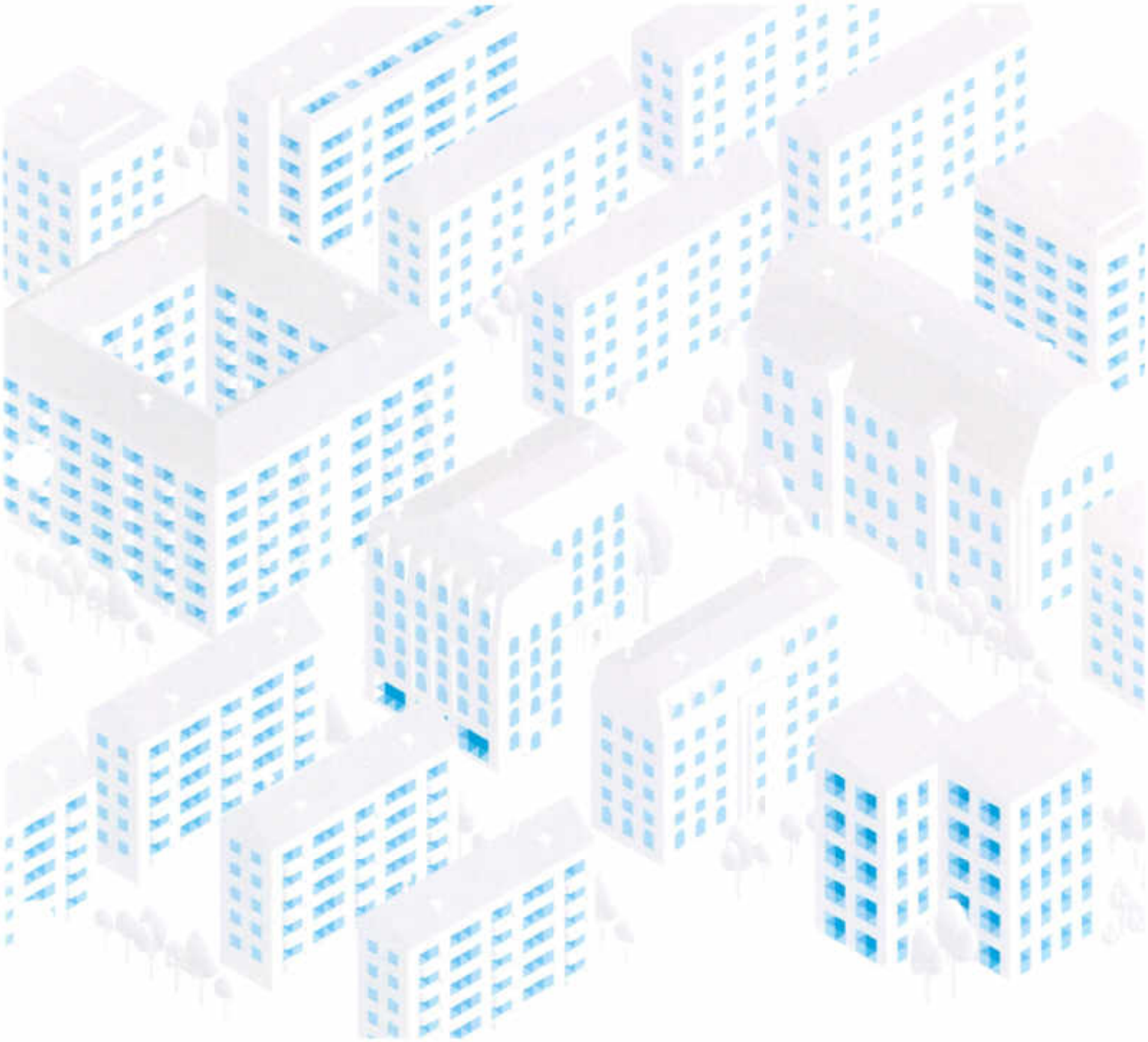
Svend Voss

14. SBI 2020:12 Hvidbog – uddrag

SBI 2020:12

Hvidbog
Ventilation af eksisterende etageboliger

Erfaringsopsamling og anbefalinger



HVIDBOG

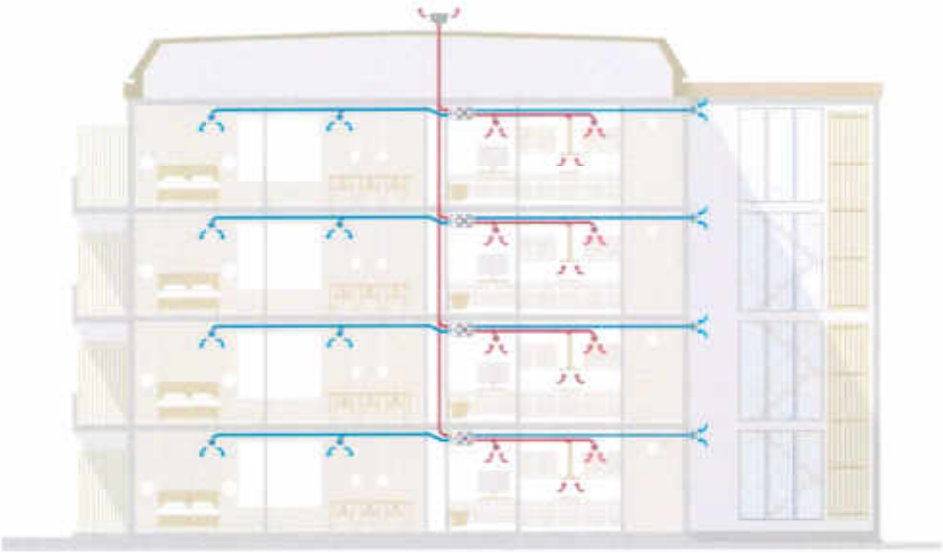
Ventilation af eksisterende etageboliger

Erfaringsopsamling og anbefalinger

Alireza Afshari
Birgit Rasmussen
Henrik N. Knudsen
Jesper Kragh
Lars Gunnarsen
Niels Christian Bergsøe
Peter Vogelius

SBi 2020:12
BUILD, Aalborg Universitet København
2020

være et øget tidsforbrug forbundet med service og vedligehold grundet mange aggregater, og det kan være vanskeligt at overvåge driften af de enkelte anlæg.



FIGUR 6. Decentral ventilation hvor der er et ventilationsaggregat i hver enkelt bolig og med fælles kanalsystem til afkastluft ført op over tag.

Eksempler på fordele og ulemper

+ Bedre mulighed for individuel tilpasning af ydelsen
+ Færre kanaler og mere enkel kanalføring i sammenligning med et centralt system
+ Kort kanalføring – lavt tryktab

– Det kan være en udfordring at placere udeluftindtag og afkast
– Øget tidsforbrug til service og vedligehold på grund af mange aggregater
– Driftspersonale kan have vanskeligheder ved at overvåge driften af de enkelte anlæg
– Behov for separat kanalsystem til emhætter og system til at sikre erstatningsluft
– Risiko for støjgener inden for boligen
– I lejeboliger med stor udskiftning af lejere kan det være en udfordring vedvarende at få oplært nye lejere i driften og brugen af deres ventilationsanlæg.

Rumbaserede anlæg

En variant af et decentralt ventilationssystem er et vekselretnings-ventilationssystem, som består af et antal små, kompakte ventilationsenheder med indbygget ventilator. Ventilationsenhederne anbringes normalt i ydervæggene i boligens beboelsesrum. Enhederne fungerer skiftevis som luftindtag og som luftafkast. I hver enhed er der indbygget en varmeakkumulator. Når luftstrømmen skifter retning, opnås der genvinding af varme fra afkastluften ved at varmeakkumulatoren henholdsvis modtager varme fra afkastluften og efterfølgende afgiver varmen til indtagsluften, når luftstrømmen skifter retning. Enhederne fungerer parvis eller sætvis sammen, så der samlet set bliver balance mellem luftindtag og luftafkast.

Et system bestående af separate ventilationsenheder fungerer uden et traditionelt kanalsystem, hvilket dels reducerer tryktab og dermed energibehovet til drift af ventilatorerne, dels frigør plads og forenkler installationen. Endvidere er det enkelt at tilpasse ventilationen rum for rum. Systemet udgør normalt ikke i sig selv et komplet system, idet det ikke indbefatter dedikerede komponenter herunder styring til luftfjernelse fra boligens luftforurenede og fugtbelastede rum.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

PROGRAM FOR FØRSTE DIALOGMØDE 3. JUNI 2019 OM VENTILATION AF EKSISTERENDE ETAGEBOLIGER

Kl. 8.30	Kaffe og croissanter
Kl. 9.00	Velkomst og præsentation af projektet v. Lise Lotte Raunkjær
Kl. 9.05	Præsentation af forstudiet v. Jesper Kragh
Kl. 9.15	Ventilationssystemer v. seniorforsker Niels Christian Bergsøe, SBi
Kl. 9.30	Brugeroplevelser v. seniorforsker Henrik N. Knudsen, SBi
Kl. 9.45	Lydkrav til ventilationsanlæg v. seniorforsker Birgit Rasmussen, SBi
Kl. 10.00	Sundhed og ventilation v. professor Lars Gunnarsen, SBi
Kl. 10.15	Pause
Kl. 10.30	Præsentation af workshop v. Lise Lotte Raunkjær
Kl. 10.40	Workshop – grupper drøfter spørgsmål
Kl. 11.05	Workshop – grupper med samme spørgsmål drøfter svar med henblik på konsensus
Kl. 11.30	Workshop – svar præsenteres i plenum
Kl. 12.00	Tak for i dag.

SPØRGSMÅL TIL WORKSHOP 3. JUNI 2019

Central ventilation (bord 1 og 2)

- Hvilke udfordringer er der med at etablere central ventilation i eksisterende etageboliger?
- Under hvilke forudsætninger kan centrale ventilationsløsninger fungere i eksisterende etageboliger?
- Kan emhætten være en del af et centralt ventilationssystem?
- Mangler der viden og/eller formidling på området?

Decentral, naturlig eller en kombination (bord 3 og 4)

- Hvilke udfordringer er der med at etablere decentral ventilation i eksisterende etageboliger?
- Under hvilke forudsætninger kan decentrale ventilationsløsninger fungere i eksisterende etageboliger?
- Kan man nøjes med naturlig ventilation af etageboliger efter energirenovering, og hvilke naturlige ventilationsløsninger er bedst egnede?
- Mangler der viden og/eller formidling på området?

Projektering, udførelse og indregulering (bord 5 og 6)

- Hvilke udfordringer er der med projektering og den praktiske udførelse?
- Hvilke løsninger ser I på udfordringerne?
- Hvilke udfordringer er der med indregulering af ventilationssystemer til eksisterende etageboliger?
- Hvordan sikrer man, at indregulering af et nyetableret ventilationssystem bliver udført korrekt?
- Mangler der viden og/eller formidling på området?

Drift og brug (bord 7 og 8)

- Hvad klager beboerne over?
- Er der reelle problemer med fx støj og træk med de løsninger, der installeres i dag?
- Hvordan sikrer man drift af ventilationssystemet, så det altid yder som forudsat?
- Skal beboerne have mulighed for at tilpasse ventilationen individuelt?
- I hvilket omfang er driftspersonalet i stand til at overvåge og vedligeholde ventilationssystemerne?

Standarder og lovgivning (bord 9 og 10)

- Hvad er de største udfordringer, når det kommer til at overholde byggelovgivning og standarder?
- Hvordan sikrer man, at bygherrer stiller krav om dokumentation for indregulering?
- I hvilken grad tolkes reglerne ens i kommunerne og blandt projekterende og udførende?
- Er der løsninger der kunne fungere i praksis, men som ikke er tilladt i forhold til byggelovgivningen?

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

PROGRAM FOR ANDET DIALOGMØDE 3. JUNI 2019 OM VENTILATION AF EKSISTERENDE ETAGEBOLIGER

Kl. 12.30	Frokost
Kl. 13.00	Velkomst og præsentation af mødets formål v. Jesper Kragh
Kl. 13.10	Er temaer og spørgsmål fyldestgørende?
Kl. 13.30	Mulig konsensus om central, decentral, naturlig og hybrid ventilation
Kl. 14.15	Pause
Kl. 14.30	Mulig konsensus om byggeproces, drift, brug og lovgivning
Kl. 15.15	Konklusion på mødet
Kl. 15.30	Tak for i dag.

DELTAGERLISTE

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

DIALOGMØDE OM VENTILATION AF EKSISTERENDE ETAGEBOLIGER

3. JUNI 2019

KURSUSSEKRETARIAT
A.C. MEYERS VÆNGE 15
2450 KØBENHAVN SV
SBI.DK

Navn	Firma	Bord
Alireza Afshari	SBi, AAU	
Allan Engholt Jørgensen	MovAir	3
Allan Sanhof	fsb	7
Anders L. Jansen	SustainSolutions	2
Anders Ryberg Dalum	Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen	10
Barbara Cros	PPR	7
Benny Lillelund	Træinformation	2
Bent Ravnsborg	ZM-Finans A/S	7
Birgit Rasmussen	SBi, AAU	
Bo Nielsen	bn-energy	2
Charlotte Gudum	Byggeskadefonden	9
Christian Jarby	Det Økologiske Råd	9
Christian Drivsholm	Teknologisk Institut	2
Claus Martin Hvenegaard	Teknologisk Institut	9
Emanuel Laursen	Vest Consult ApS	2
Finn Lykkegaard-Madsen	Landsbyggefonden	6
Flemming Raahauge	ROCKWOOL A/S	9
Hans Peter Madsen	Hans Peter Madsen	7
Hans-H. Christensen	Christensen&co.	5
Henning Grønbæk	EXHAUSTO A/S	1
Henrik N. Knudsen	SBi, AAU	
Iben Hielscher	Heimstaden NPM	10
Imran Kutuk	Københavns Kommune	1
Jan Holm	EXHAUSTO A/S	3
Jannik Steen Andersen	KEA	3
Jens Bierring	perspektiv	5
Jens Bohm Petersen		7
Jens K. Pagh Schmidt	VELFAC A/S	3
Jens Aaberg	Aaberg Arkitekter	5
Jeppe Skou-Holtet	Vopa Ejendomsadministation	6
Jesper Kragh	SBi, AAU	
Jesper Østerbye Rasmussen	Københavns Erhvervs Akademi	1
John Asmussen	Velfac A/S	9
John Skovmand Thomsen	Grundejernes Investeringsfond	1
John Steen Johansen	Bellahøj I og II, SAB	7
Johnni Andersen	fsb	2
Jørgen Toft	Beboer	7

Karsten Kongsgaard	Bomidtvest	8
Keld Olsen	IDA	1
Kevan Hansen	Center for Bygninger	3
Kim Friis Vedøe	InVentilate ApS	3
Kim Frydendahl Nørskov	Venti A/S	3
Klaus Mortensen	Norconsult A/S	5
Lars Blaabjerg Christensen	P+ pension	10
Lars Erik Bancroft	ARKITEMA	9
Lars Gunnarsen	SBi, AAU	
Lars Schjønning	InVentilate ApS	4
Lasse Vibe	PLAN1 A/S	5
Leif Rönby	Rönby.dk	5
Lennart Østergaard	VELTEK	1
Lieselotte Eick	Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen	10
Lin Nielsen	Wissenberg A/S	7
Lisbeth Andersen	Dhf, Ryk,	8
Lisbeth Andersens hjælper	Dhf, Ryk,	8
Lise Lotte Raunkjær	SBi, AAU	
Marie Sellebjerg Møller	Wissenberg	10
Martin Jacobsen	HHM A/S	5
Martin Mortensen	Boligselskabet Sjælland	8
Mauro Lucardi	JJW Arkitekter	5
Morten Hedegaard	Arkitema Architects	6
Niels Brondbjerg	Teknik og salg ApS	4
Niels Christian Bergsøe	SBi, AAU	
Niels Frich	Radonfokus	4
Nina Rask	KHR Architecture	6
Ole Frederiksen	NIRAS	4
Ole Lentz	Ole Lentz ApS	9
Per M. Bager	Bo-Vest	8
Peter Krogh	Velfac A/S	4
Rasmus Bo Jensen	Københavns Kommune, Center for bygninger	10
Rasmus Brudsø	HHM A/S	6
Sidse Buch	BAT	10
Sidsel Tuxen	Center for Bygninger	6
Steen Halskov	MovAir	4
Søren Dyck-Madsen	Det Økologiske Råd	4
Thomas Jørgensen	Heimstaden	1
Thomas Sørensen	Lejernes LO Hovedstaden	8
Tim Elkær	Aalborg Universitet, København	2
Ulrik Eggert Knuth-Winterfeldt	Boligselskabet Sjælland	8
Vivian Johman	Wissenberg A/S	6

15. Målinger i udvalgte demonstrations boliger, Granparken Ebeltoft (information)

. Målinger i udvalgte boliger

Ventilationsenheder med den i projektet udviklede opgraderingspakke er installeret i tre boliger, Granparken, Ebeltoft. Enkelte ventilationsenheder med mislyde er også udskiftet med de nye ventilationsenheder.

Der er derfor udført indeklimamålinger (T & RF) i de tre udvalgte boliger:

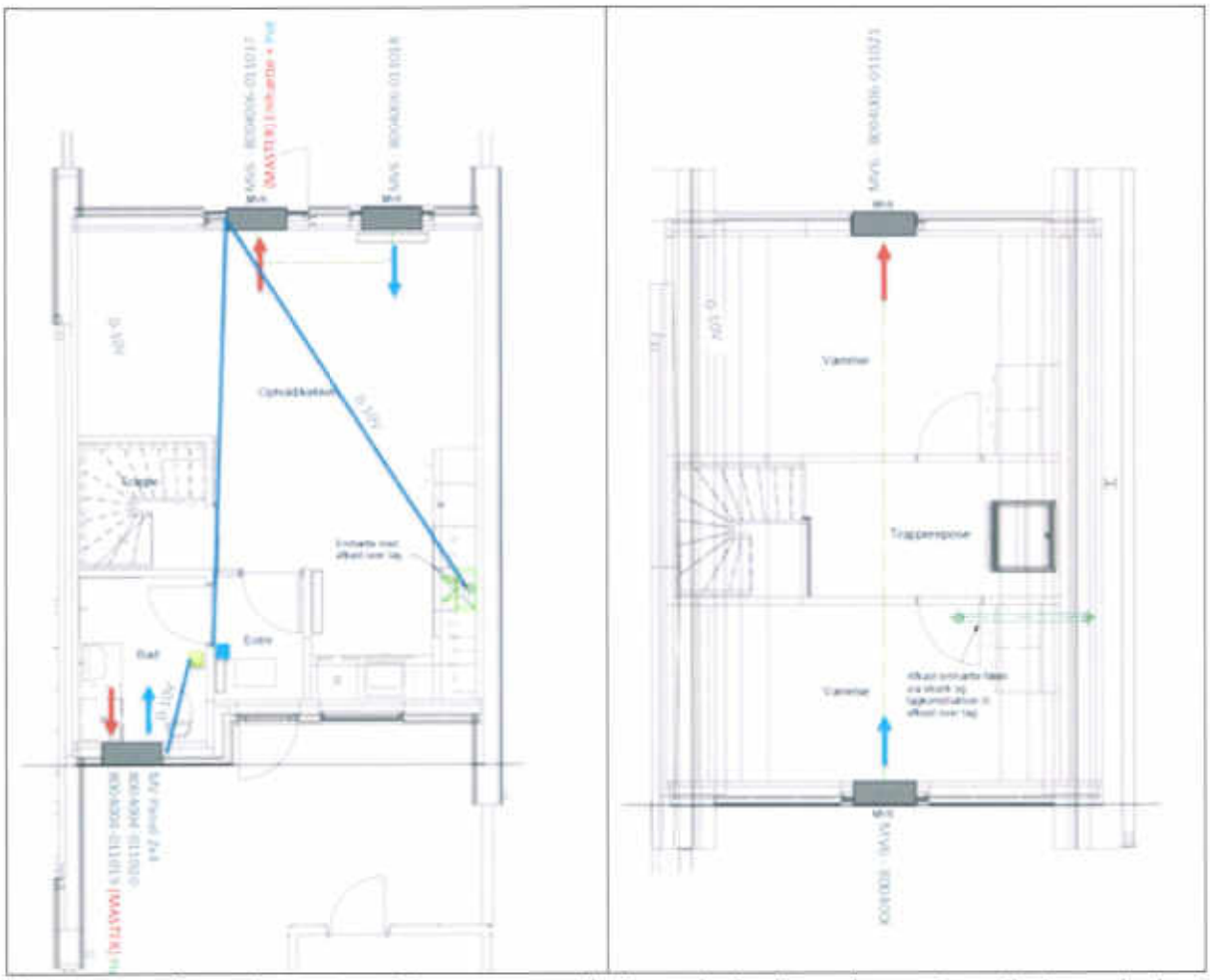
- Nr 23, stue/køkken (stueplan), bad (stueplan), soveværelse (1. sal) og værelse (1. sal)
- Nr 38[1], stue/køkken, bad og soveværelse
- Nr 26, stue/køkken (stueplan), bad (stueplan), soveværelse (1. sal) og værelse (1. sal)

Granparken ligger i udkanten af Ebeltoft i nærheden af et skovområde.

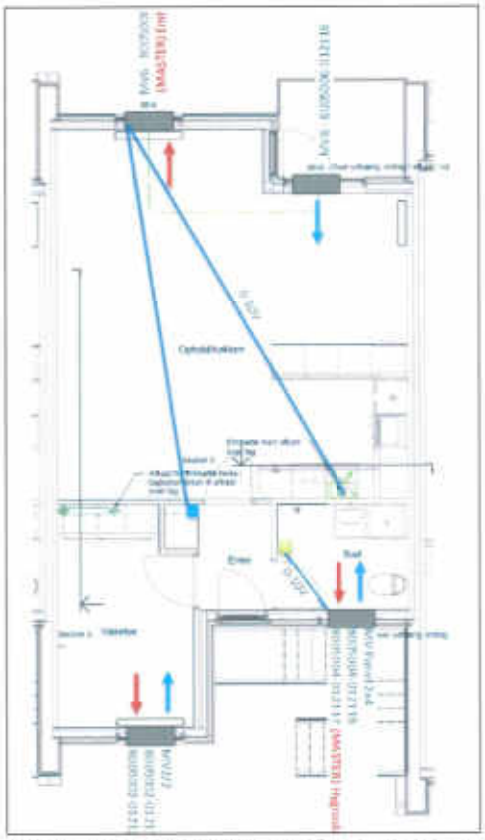
Der er i alt 55 boliger. Opført i 1983 og totalrenoveret i 2020 på grund af massive skimmelsvamp angreb i mange af de 55 boliger.

Boligkomplekset er etagebyggeri/rækkehuse, hvor der kun er vinduer i begge gavle.

Ventilationsenhed set indefra (værelse) og dobbelt ventilationsenhed set udefra (bad).



Plantegning af stueplan og 1. sal. Der er tre ventilationsenheder i stueplan og 2 ventilationsenheder på 1. sal.



Plantegning af lejlighed på 1. sal. Der er fire ventilationsenheder placeret i lejlighed.

Måleprogrammet er udført i en "før" situation og i en "efter" situation. Det har desværre ikke været muligt, at ramme den samme årstid for begge måleserier. Derfor tillægges "efter" målingen størst værdi fordi den er udført i januar 2022, altså i en vinterperiode med et opvarmningsbehov og et "krav" om relativ luftfugtighed i middel under omkring 45%.

16. ”Før” målinger i demonstrations lejligheder, Granparken Ebeltoft

Førmålinger – lejlighed 23

-Bad

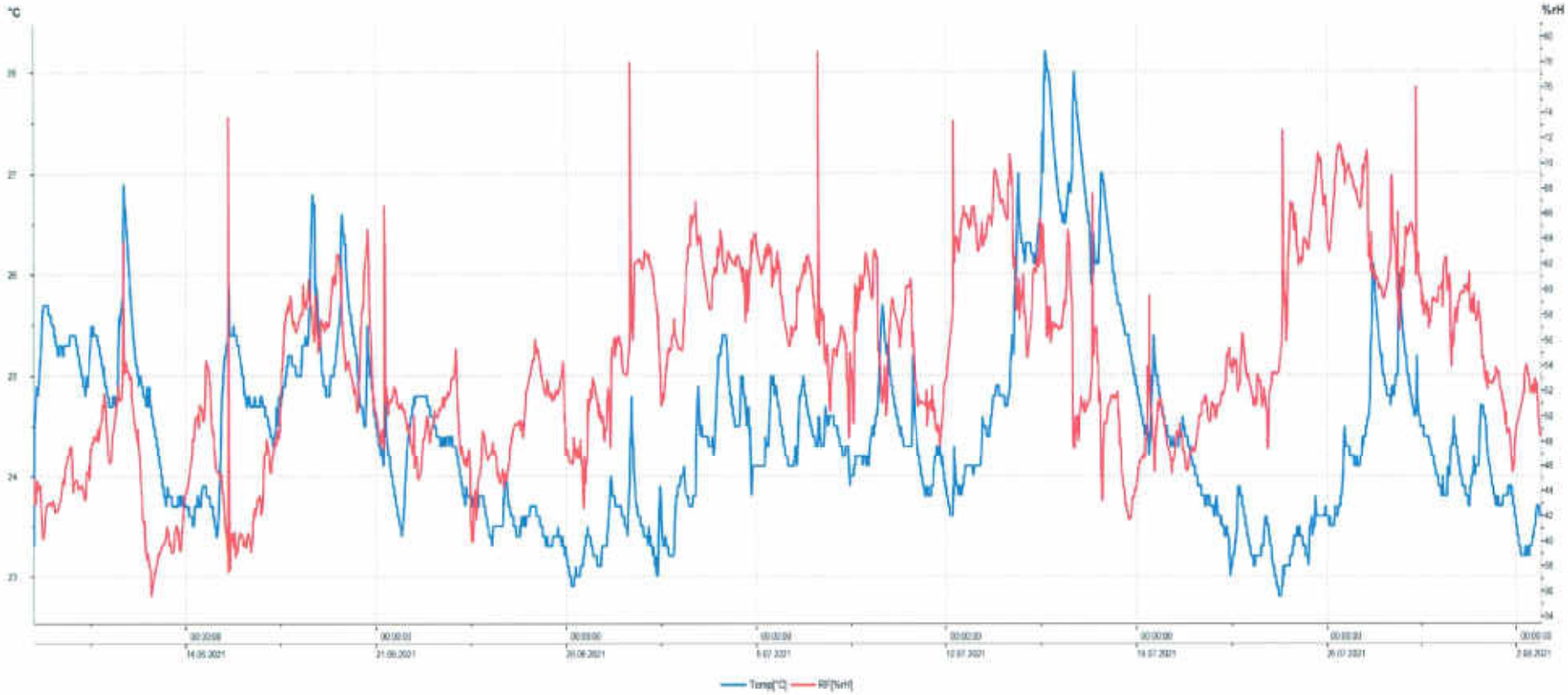
-Soveværelse

-Stue

-Værelse

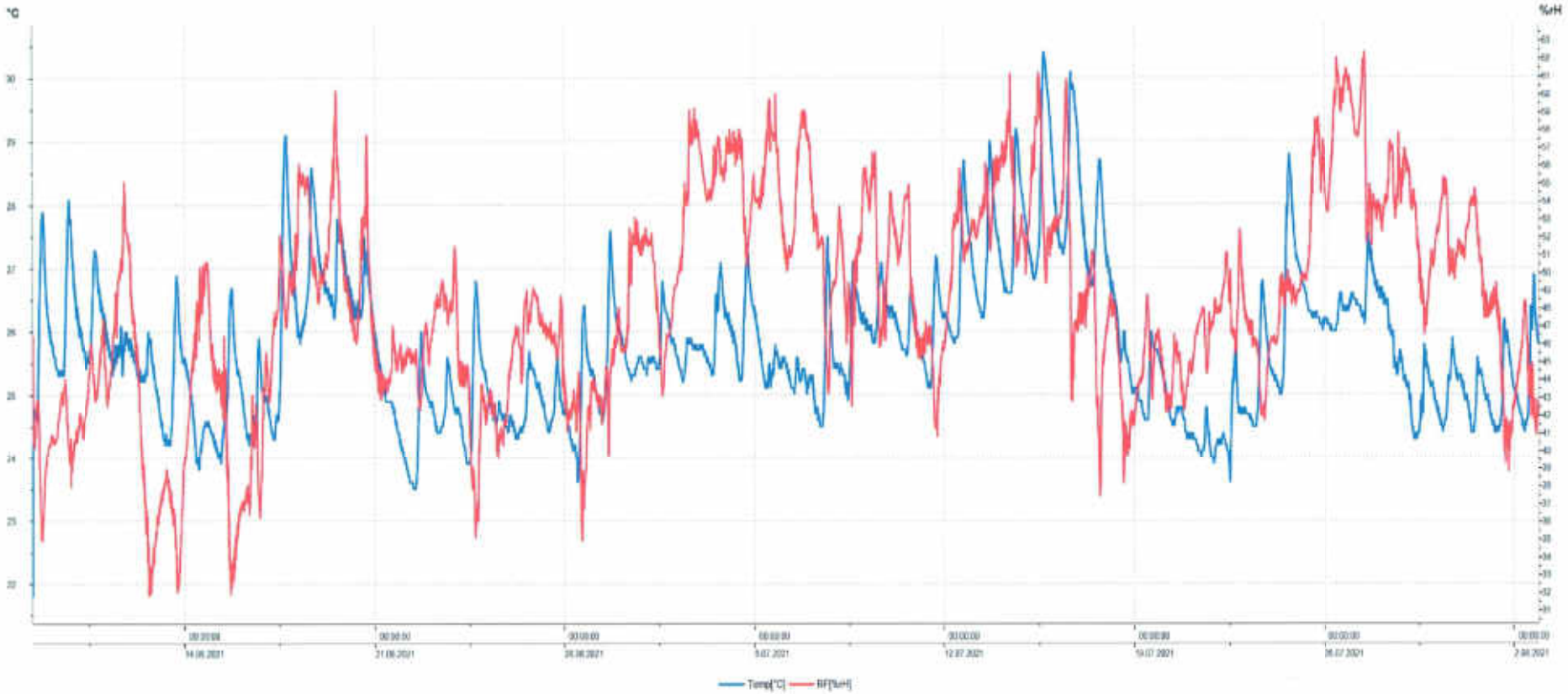
23 bad

Apparatnavn: 36629877		20-08-2021 12:33:20			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 08:43:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 21:53:00	Temp [°C]	22,8	28,2	24,449	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	35,6	78,9	54,161	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36629877					



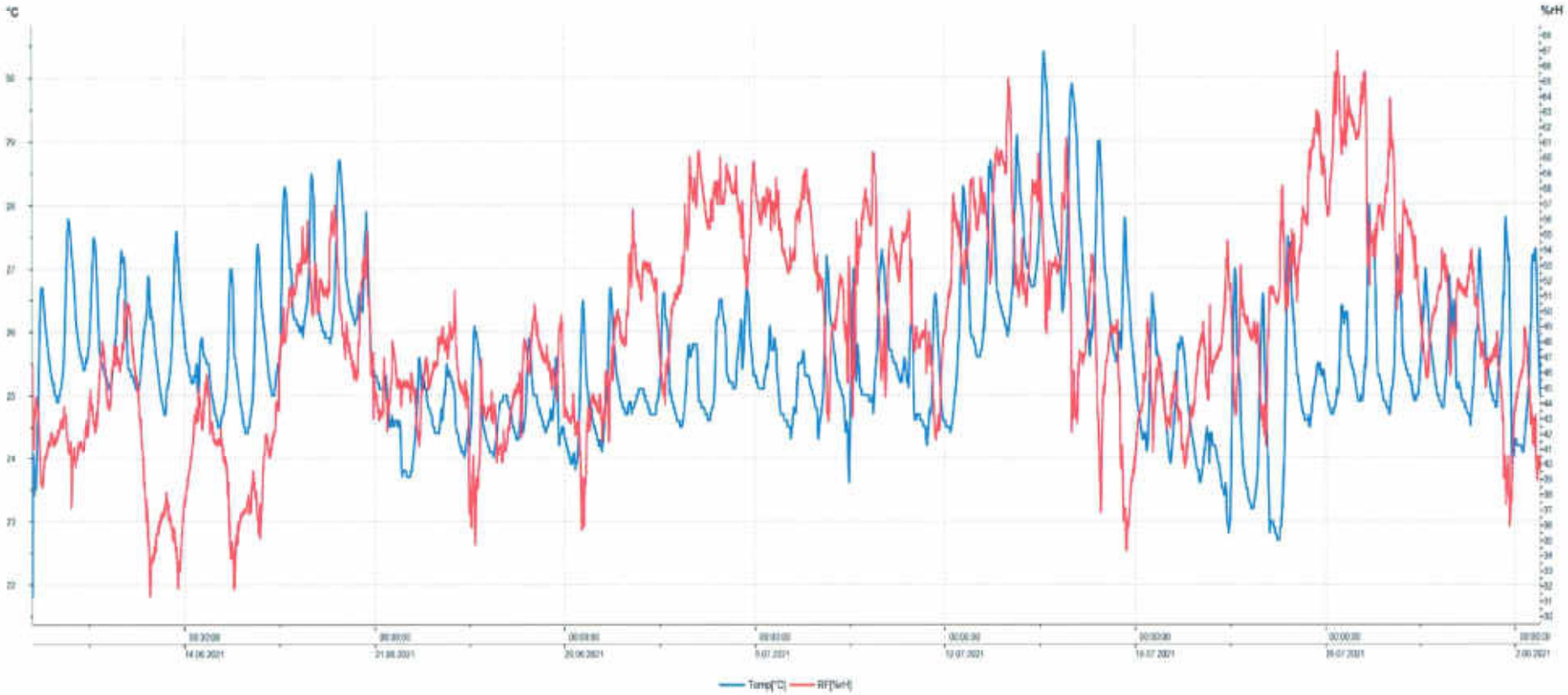
23 soveværelse

Apparatnavn: 36623700		20-08-2021 12:49:27			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 08:43:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 21:53:00	Temp [°C]	21,8	30,4	25,757	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	31,8	62,4	48,306	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36623700					



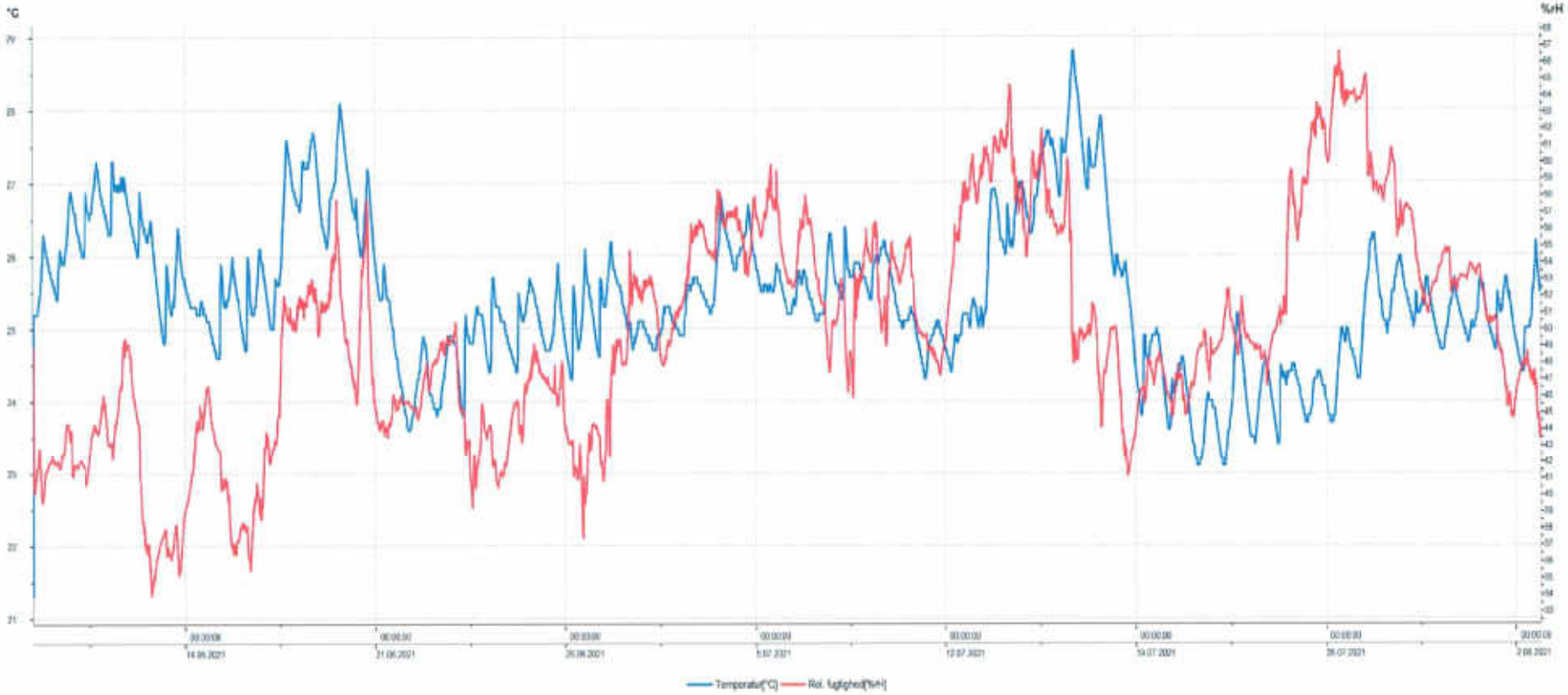
23 stue

Apparatnavn: 36901493		20-08-2021 12:45:35			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 08:43:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 21:53:00	Temp [°C]	21,8	30,4	25,532	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	31,3	67,0	48,737	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36901493					



23 værelse 1.sal

Apparatnavn: 36906669		20-08-2021 11:10:20			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 08:43:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 21:53:00	Temperatur [°C]	21,3	28,8	25,435	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	33,9	66,7	49,866	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36906669					



Førmålinger – lejlighed 26

-Bad

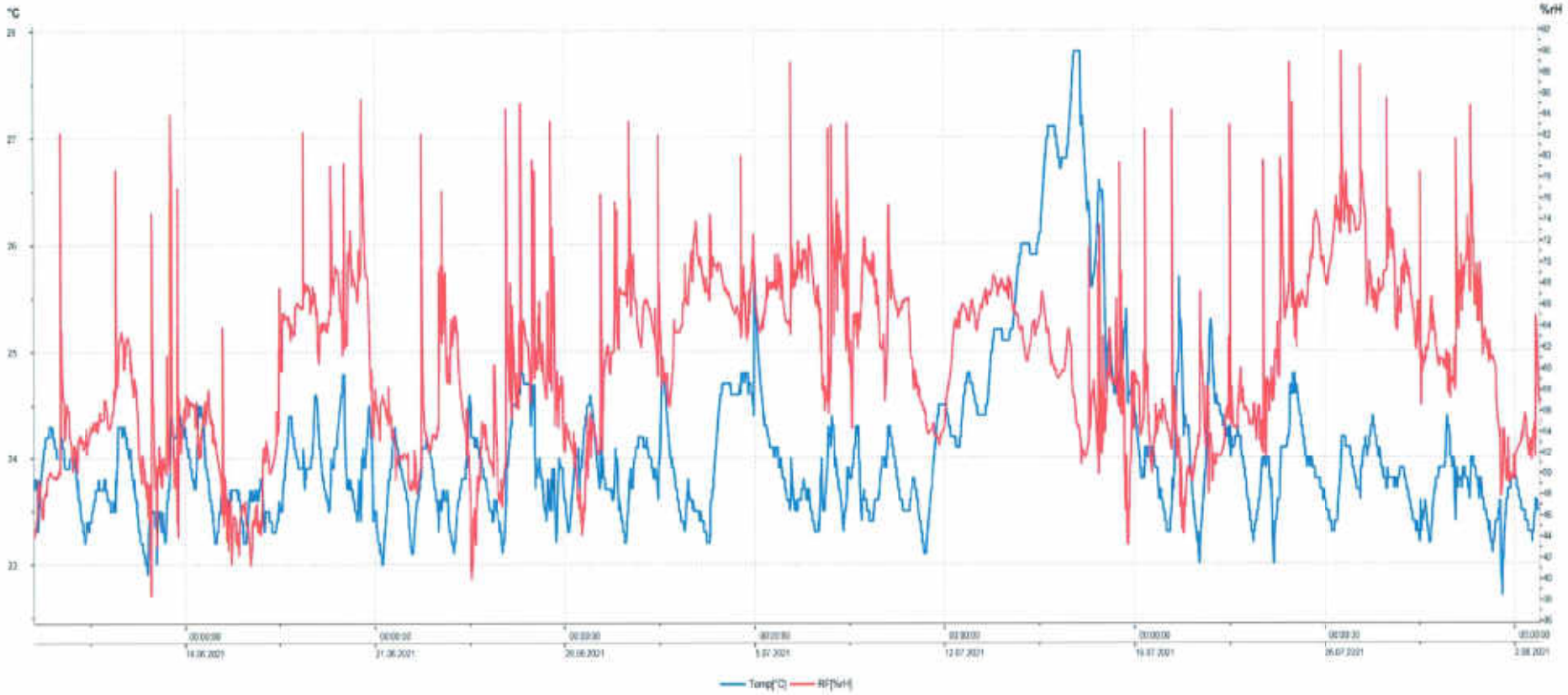
-Soveværelse

-Stue

-Værelse

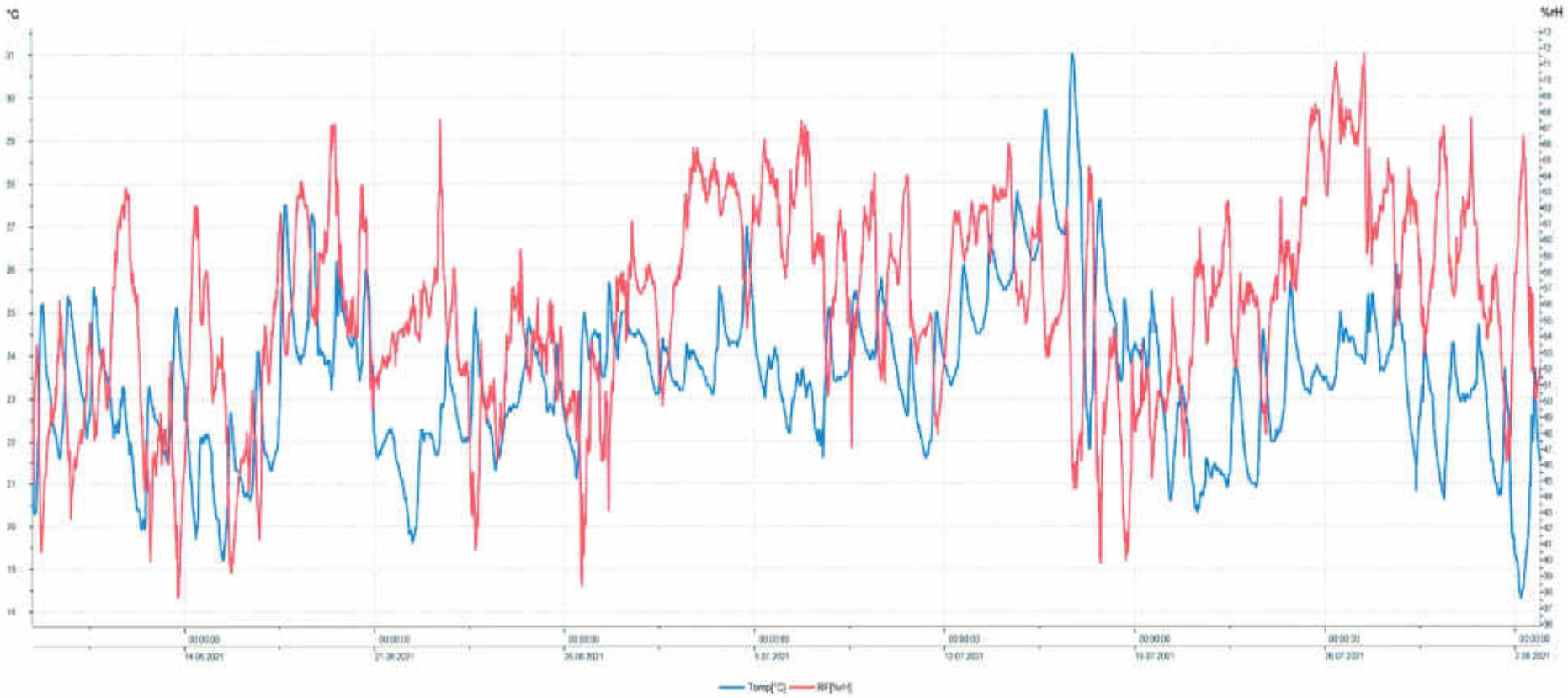
26 bad

Apparatnavn: 36629160		20-08-2021 11:00:48			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:08:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:18:00	Temp [°C]	22,7	27,8	24,065	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	38,4	90,0	60,335	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36629160					



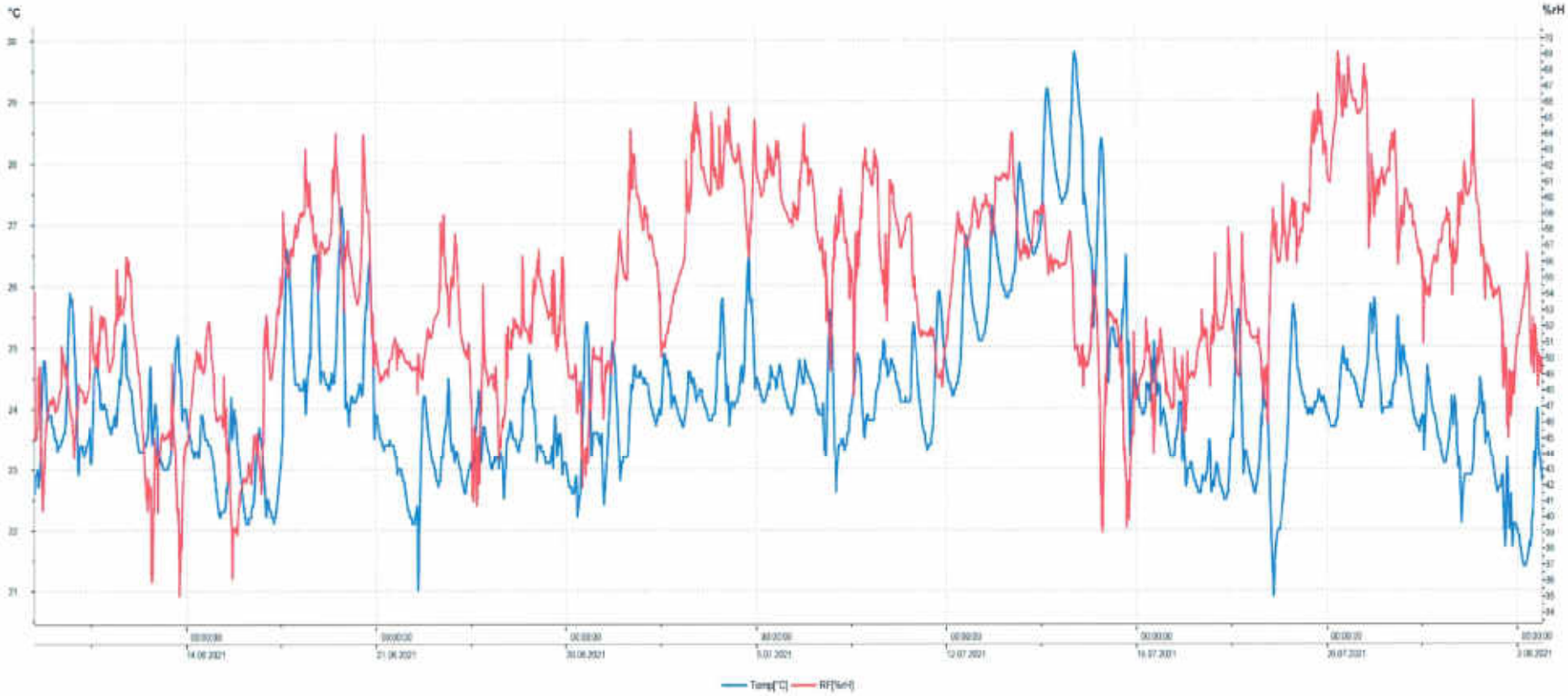
26. Soveværelse

Apparatnavn: 36615392		20-08-2021 12:56:42			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:08:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:18:00	Temp [°C]	18,3	31,0	23,462	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	37,6	71,7	55,907	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36615392					



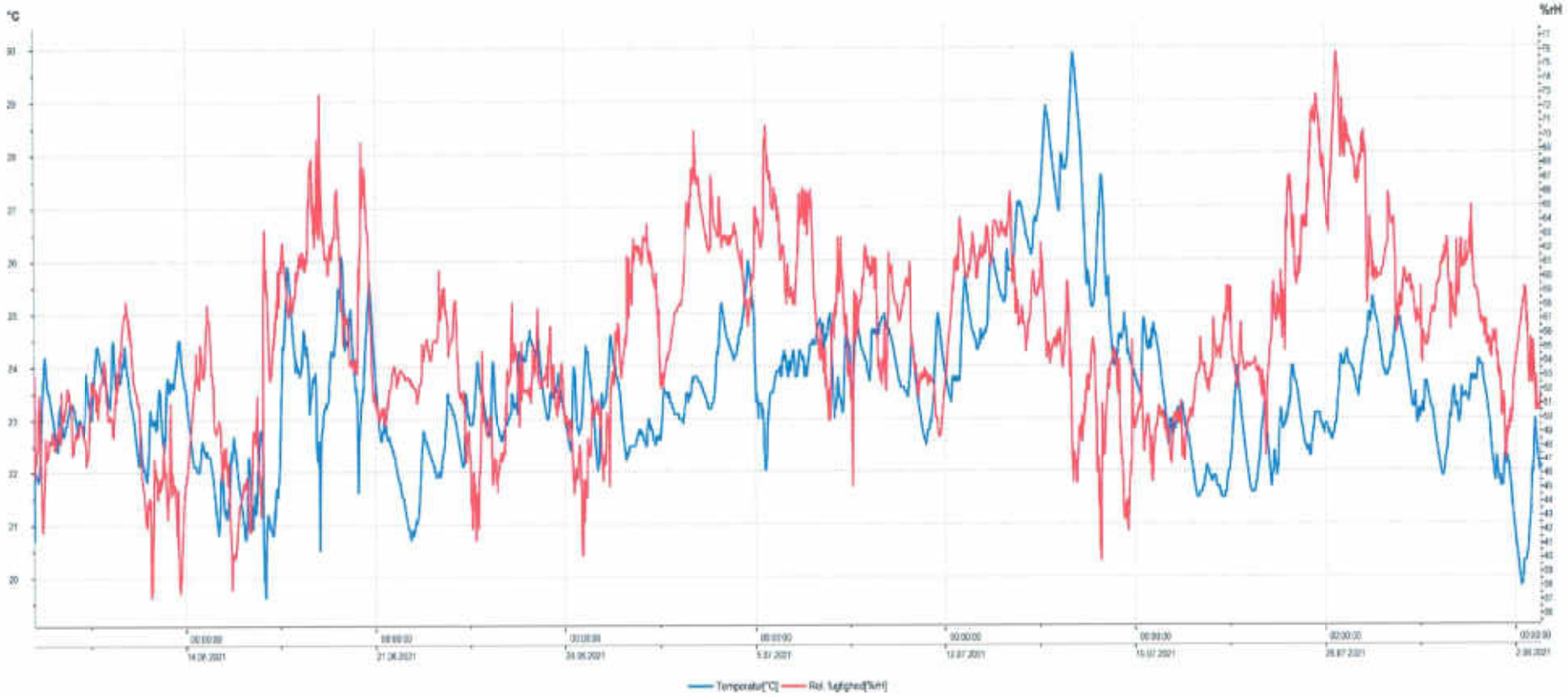
26 stue

Apparatnavn: 36623731		20-08-2021 11:05:35			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:08:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:18:00	Temp [°C]	20,9	29,8	24,148	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	35,0	69,2	54,077	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36623731					



26 værelse 1.sal

Apparatnavn: 36685154		20-08-2021 12:24:44			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:08:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:18:00	Temperatur [°C]	19,6	29,9	23,564	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	37,2	75,9	55,578	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36685154					



Førmålinger – lejlighed 38

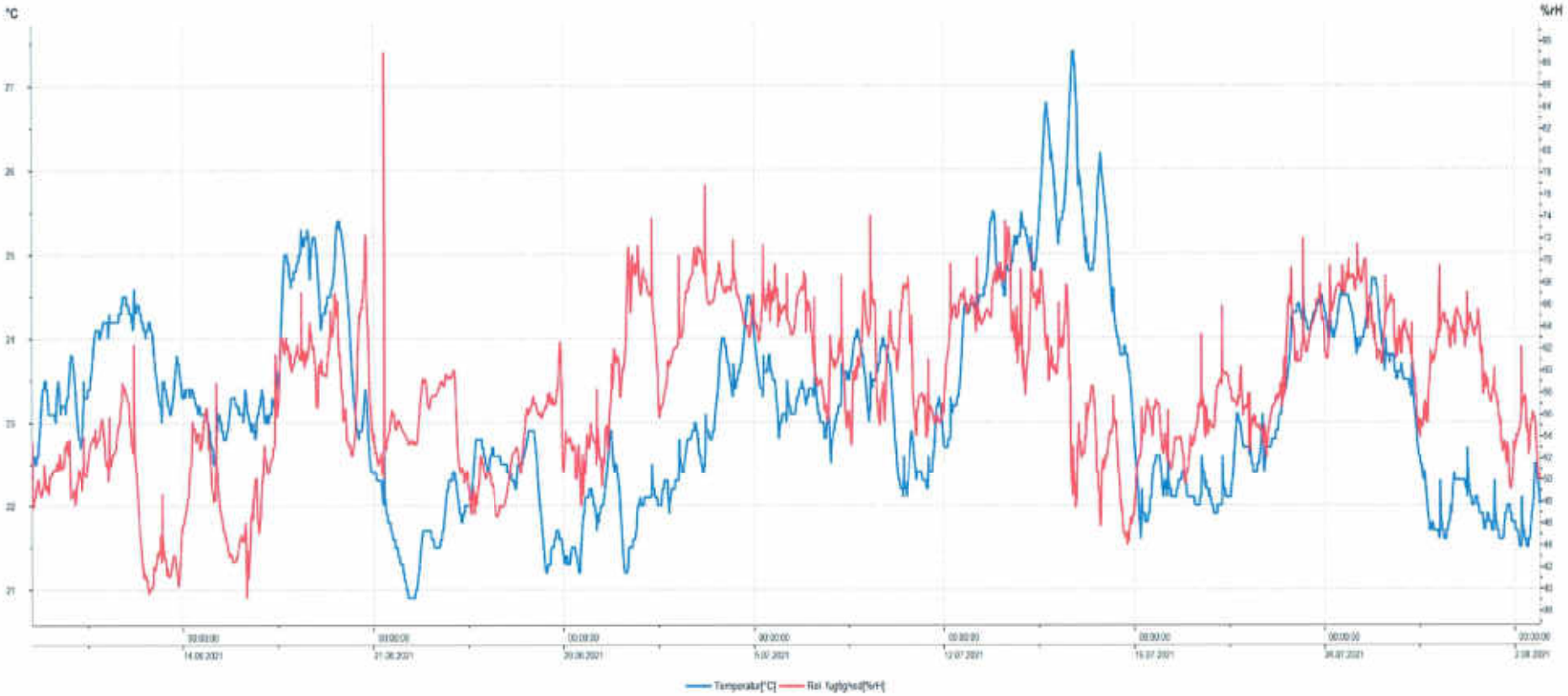
-Bad

-Soveværelse

-Stue

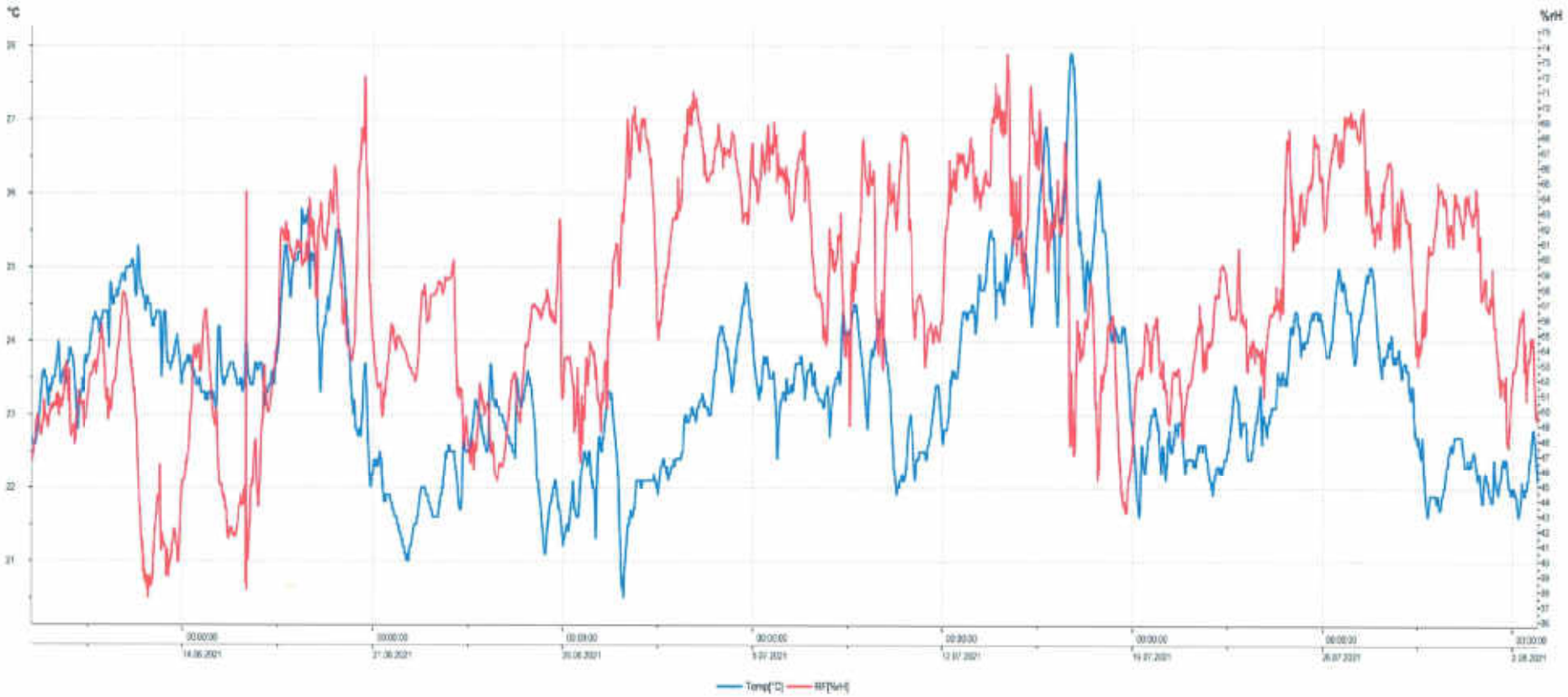
38 bad

Apparatnavn: 36963481		20-08-2021 12:29:28			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:15:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:25:00	Temperatur [°C]	20,9	27,4	23,175	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	39,2	89,1	57,925	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36963481					



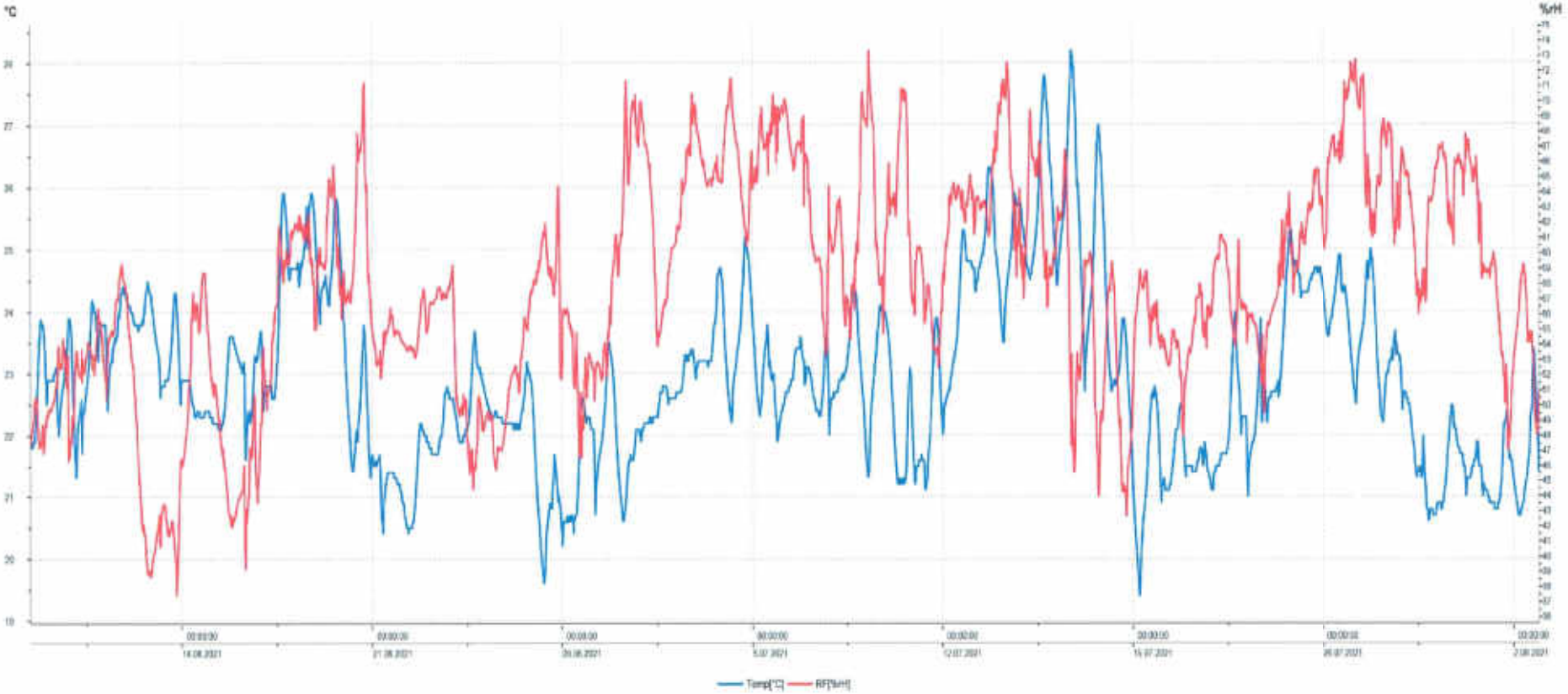
38 soveværelse

Apparatnavn: 36615861		20-08-2021 13:00:11			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:16:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:26:00	Temp [°C]	20,5	27,9	23,369	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	37,5	73,5	57,358	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36615861					



38 stue

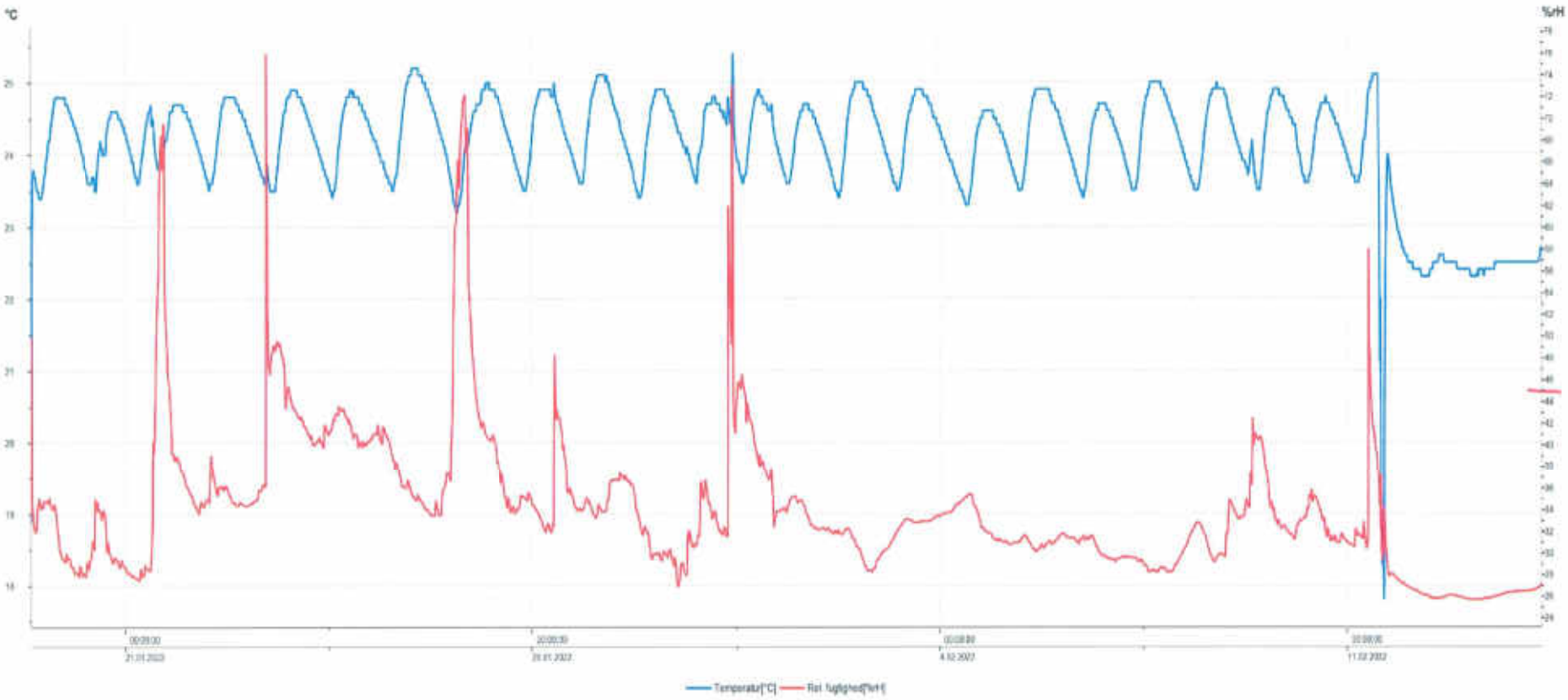
Apparatnavn: 36629757		20-08-2021 12:53:11			Side 1/1
Starttid: 08-06-2021 09:16:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 02-08-2021 22:26:00	Temp [°C]	19,4	28,2	22,913	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	37,4	73,4	58,018	0,0/100,0
Måleværdier: 8000					
36629757					



17. ”Efter” målinger i demonstrations lejligheder, Granparken Ebeltoft

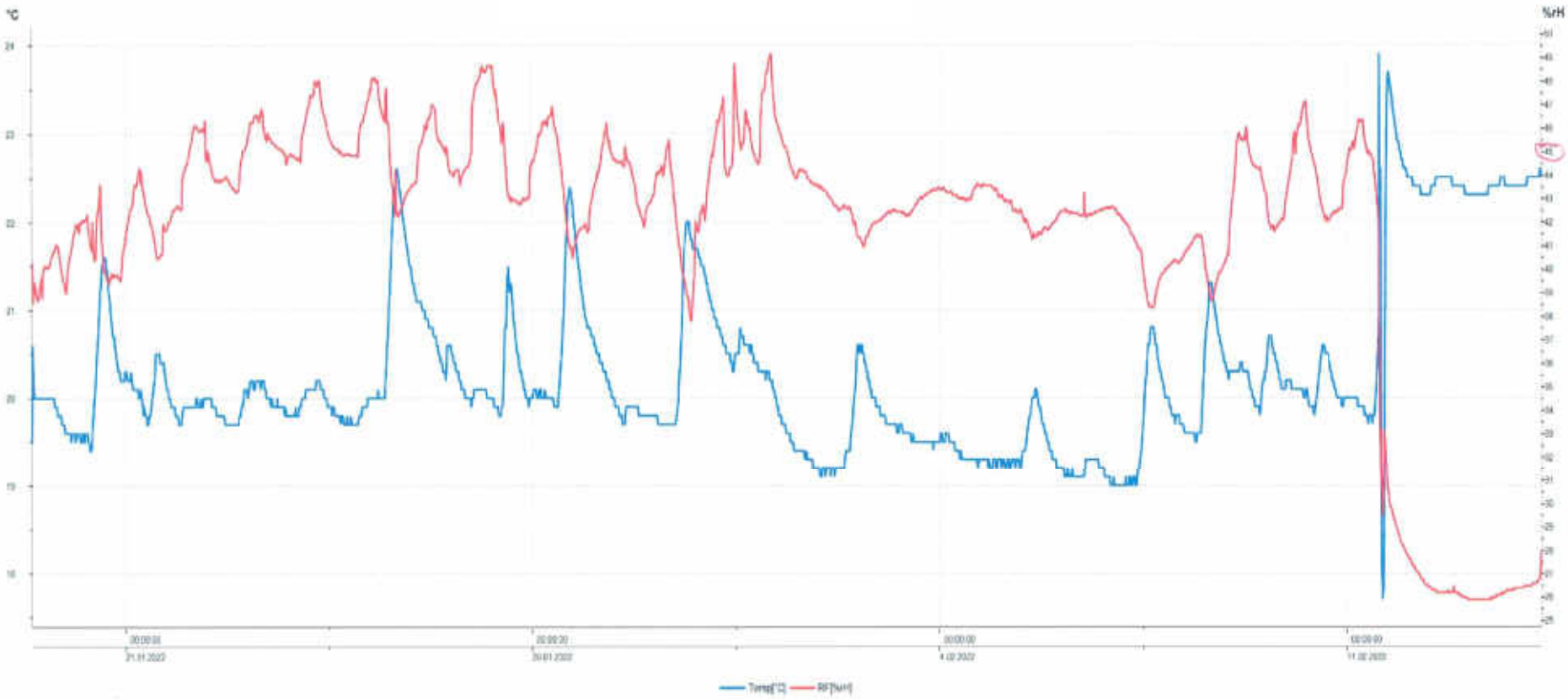
23 bad

Apparatnavn: 36963481			14-02-2022 07:59:11		Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 08:56:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 07:56:00	Temperatur [°C]	17,8	25,4	24,095	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	25,7	76,1	34,100	0,0/100,0
Måleværdier: 2493					
36963481					



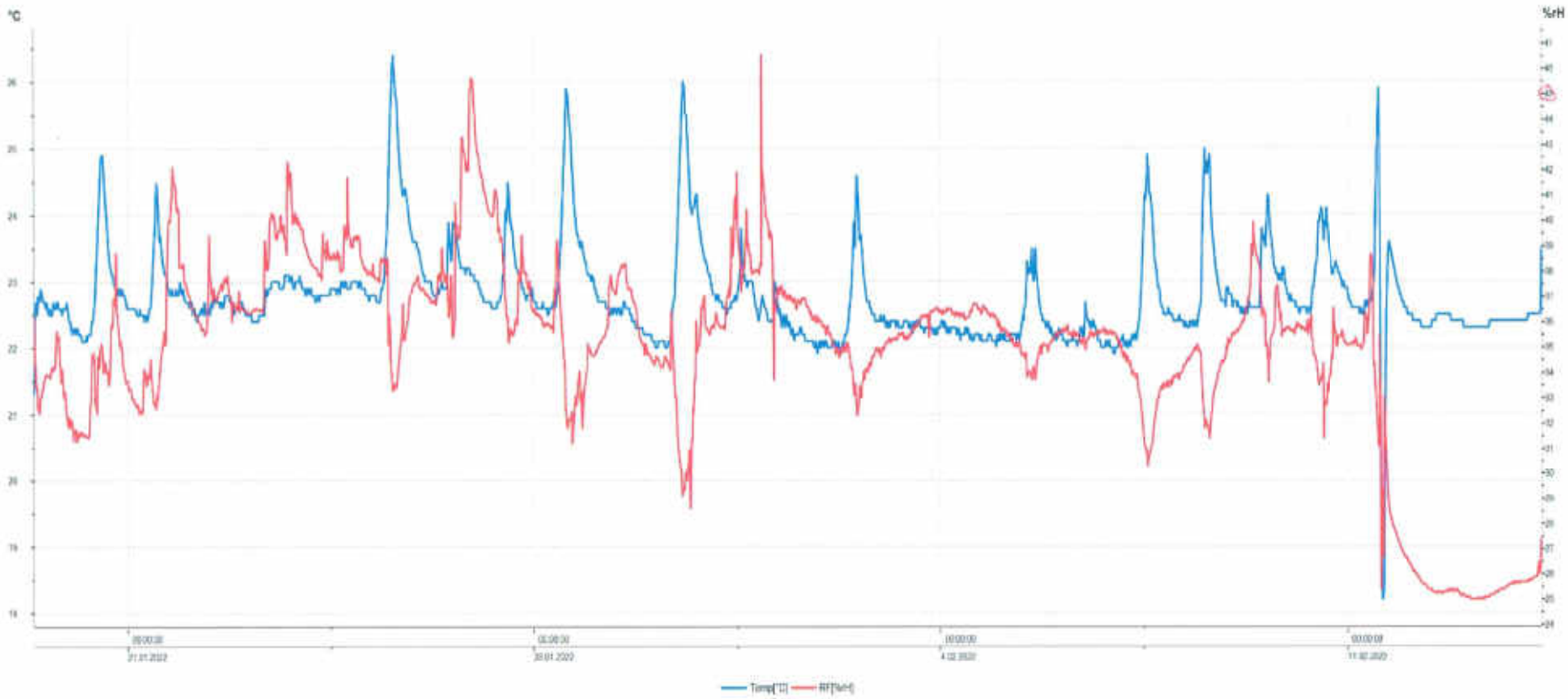
23 Soveværelse

Apparatnavn: 36615861		14-02-2022 08:20:12			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 08:56:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:11:00	Temp [°C]	17,7	23,9	20,289	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,9	49,2	41,709	0,0/100,0
Måleværdier: 2494					
36615861					



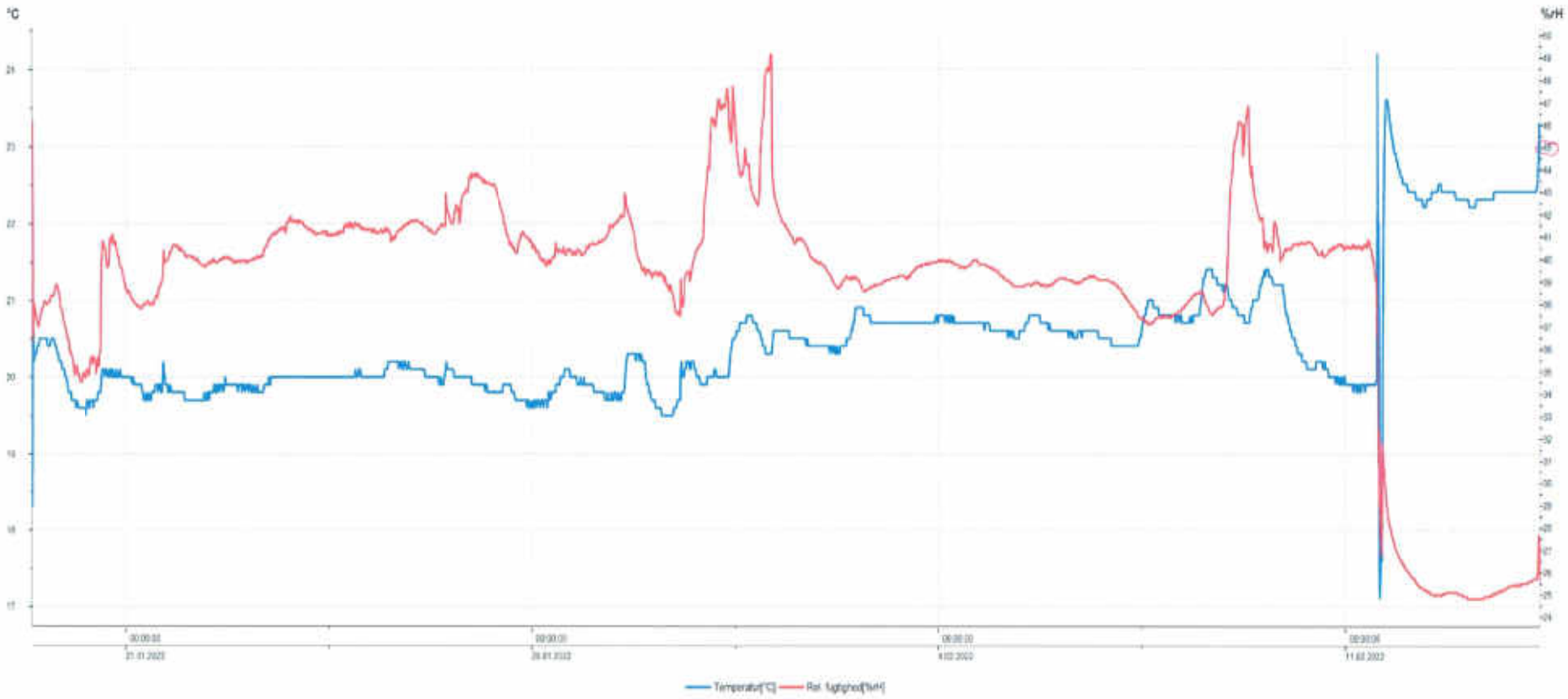
23 stue/køkken

Apparatnavn: 36629877		14-02-2022 08:32:57			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 08:57:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:12:00	Temp [°C]	18,2	26,4	22,775	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,0	46,6	34,926	0,0/100,0
Måleværdier: 2494					
36629877					



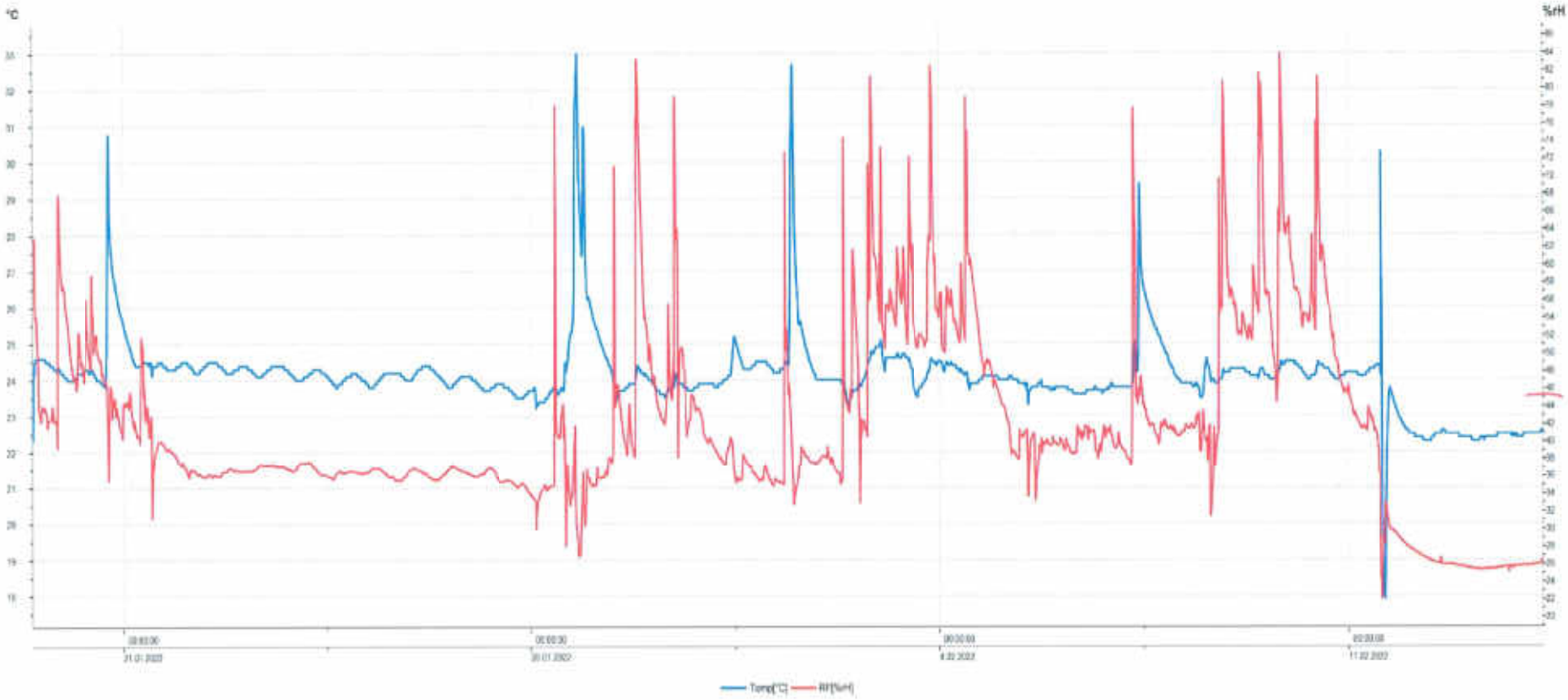
23 Værelse

Apparatnavn: 36685154		14-02-2022 08:29:36			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 08:57:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:27:00	Temperatur [°C]	17,1	24,2	20,483	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	24,8	49,2	38,711	0,0/100,0
Måleværdier: 2495					
36685154					



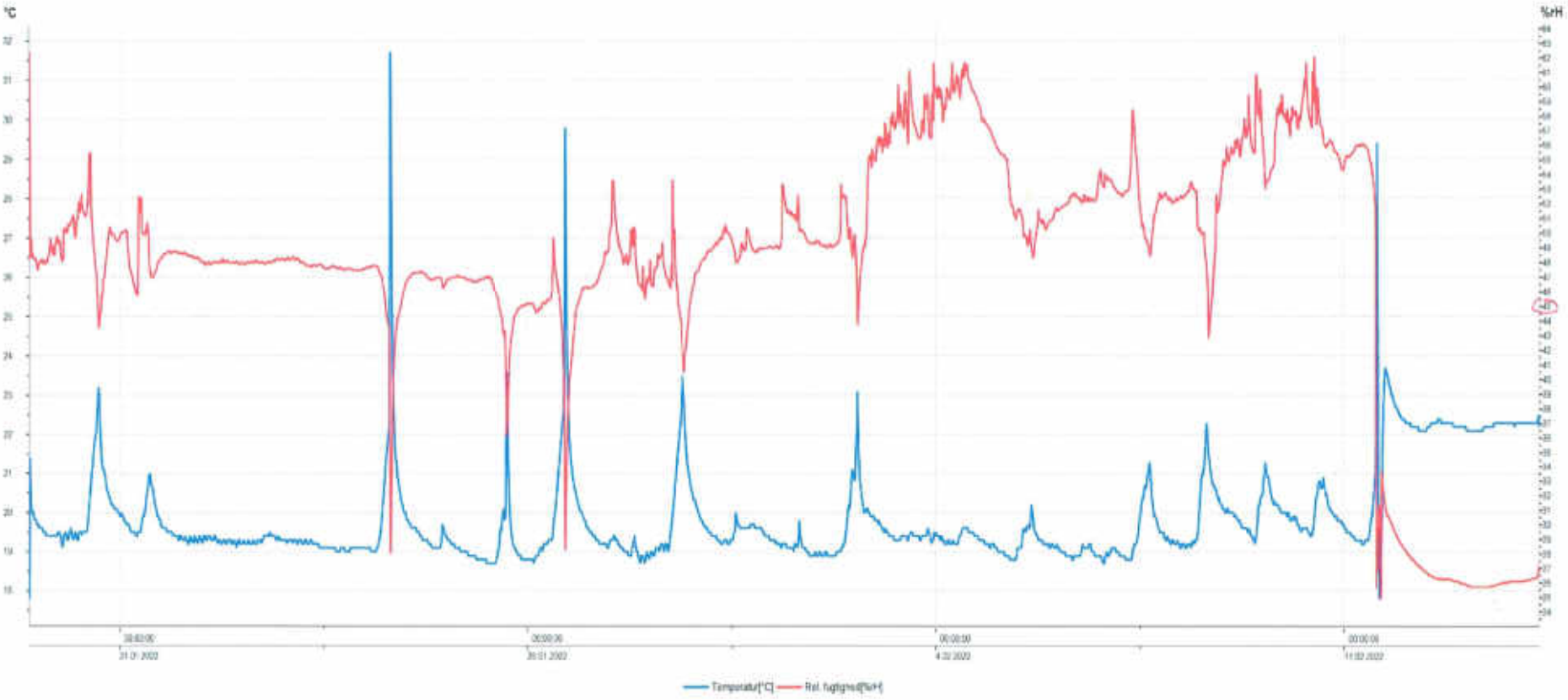
26 Bad

Apparatnavn: 36629757		14-02-2022 08:07:30			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 10:23:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 07:53:00	Temp [°C]	17,9	33,0	24,099	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	22,0	84,0	41,507	0,0/100,0
Måleværdier: 2487					
36629757					



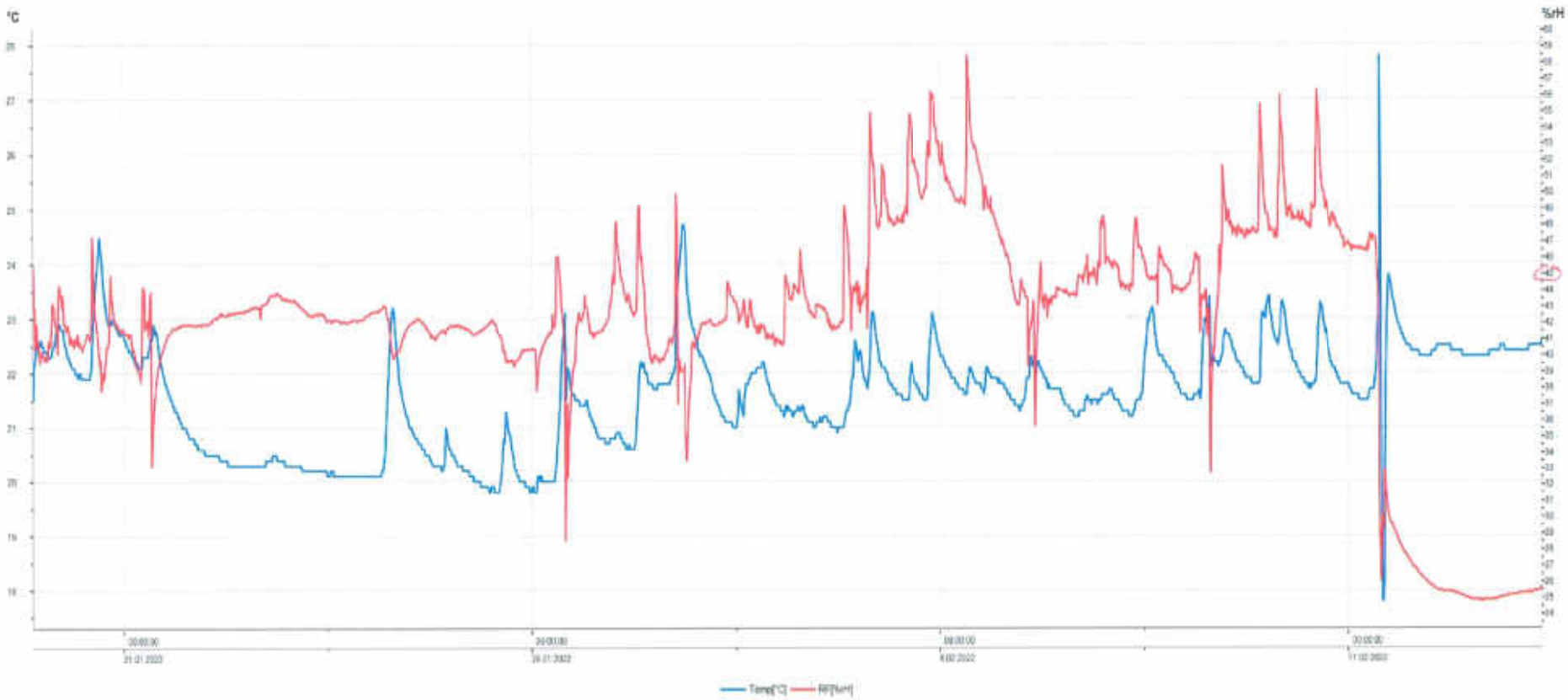
26 Soeværelse

Apparatnavn: 36906692		14-02-2022 08:10:52			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 10:23:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:08:00	Temperatur [°C]	17,8	31,7	19,883	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	24,9	62,4	47,889	0,0/100,0
Måleværdier: 2488					
36906692					



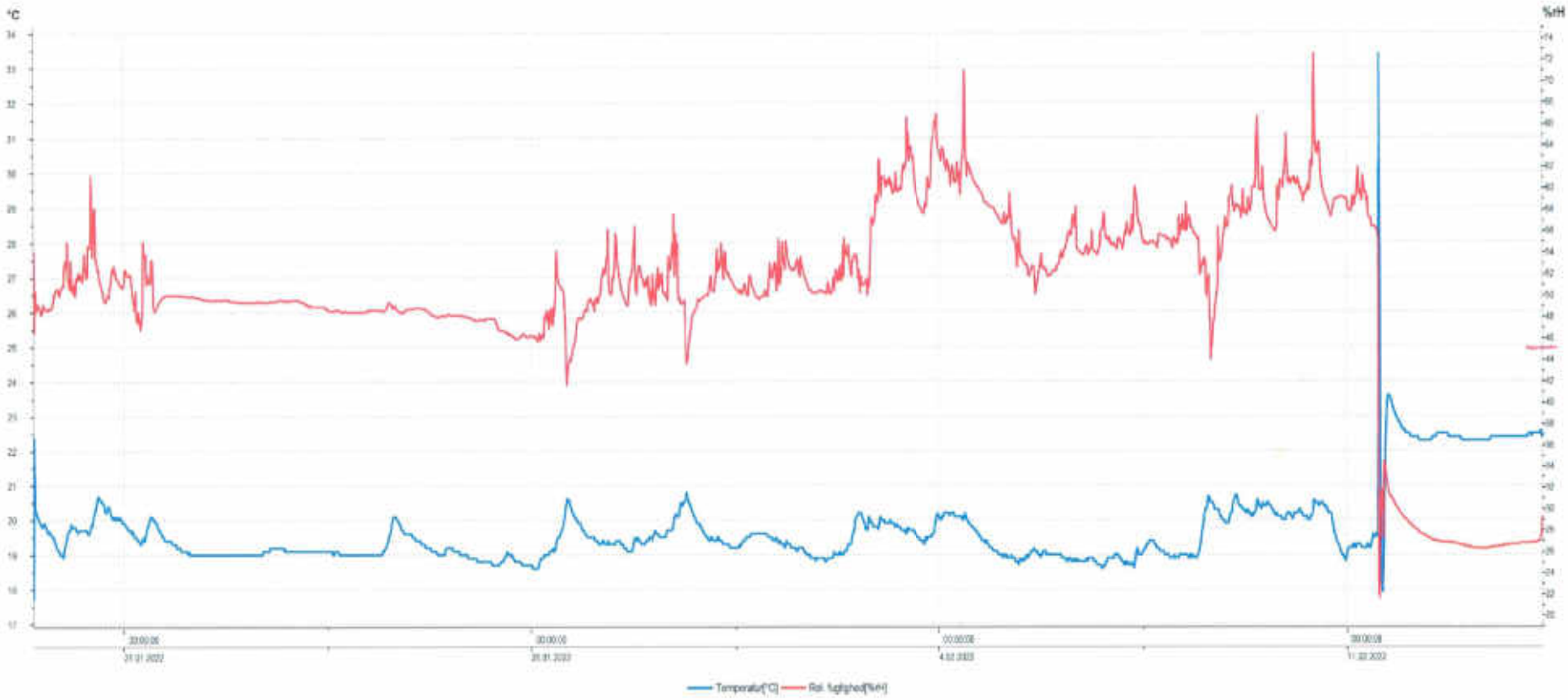
26 Stue

Apparatnavn: 36623870		14-02-2022 08:04:09			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 10:23:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 07:38:00	Temp [°C]	17,8	27,8	21,598	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	24,8	58,5	42,039	0,0/100,0
Måleværdier: 2486					
36623870					



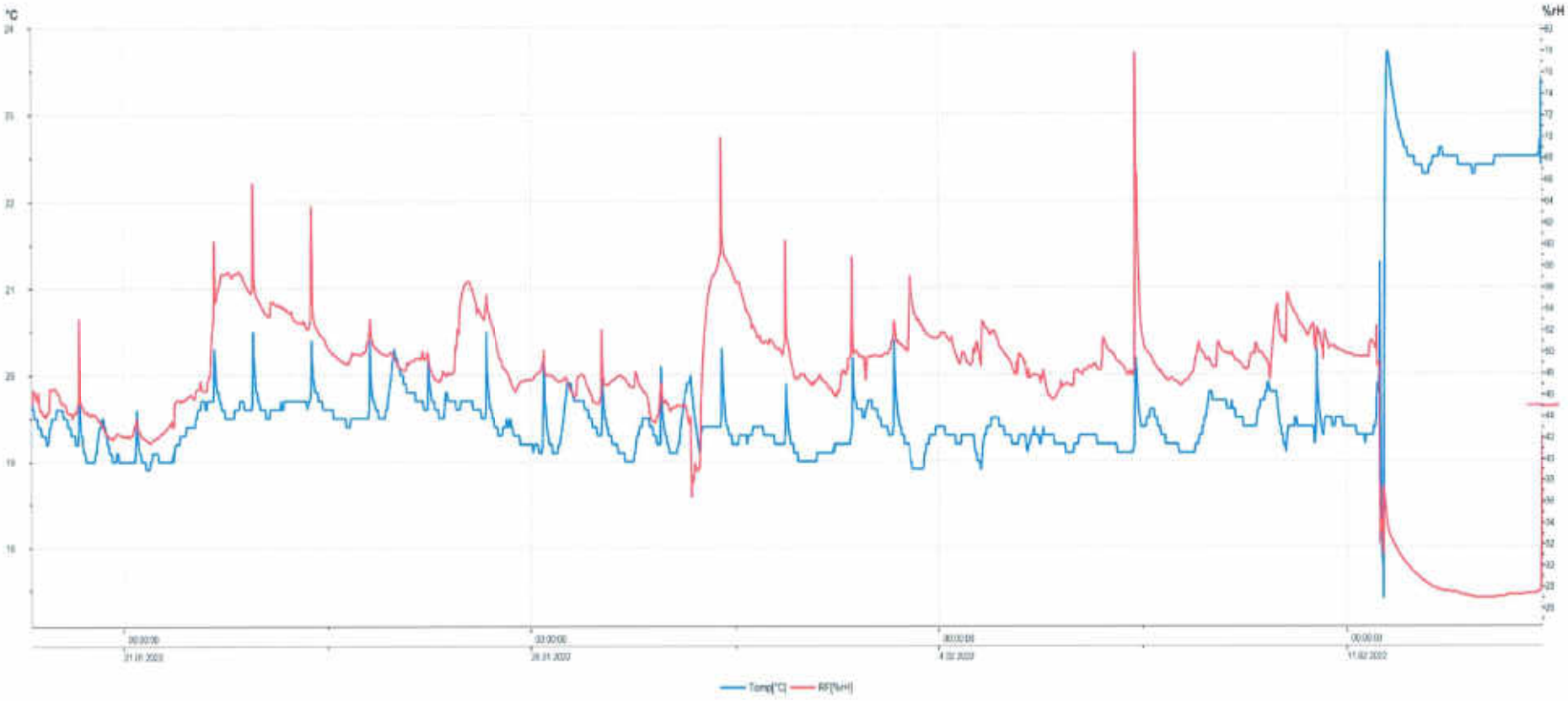
26 Værelse

Apparatnavn: S08 PSVN		14-02-2022 08:39:38			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 10:23:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:23:00	Temperatur [°C]	17,7	33,4	19,744	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	21,5	72,6	50,036	0,0/100,0
Måleværdier: 2489					
36954818					
ASOV					



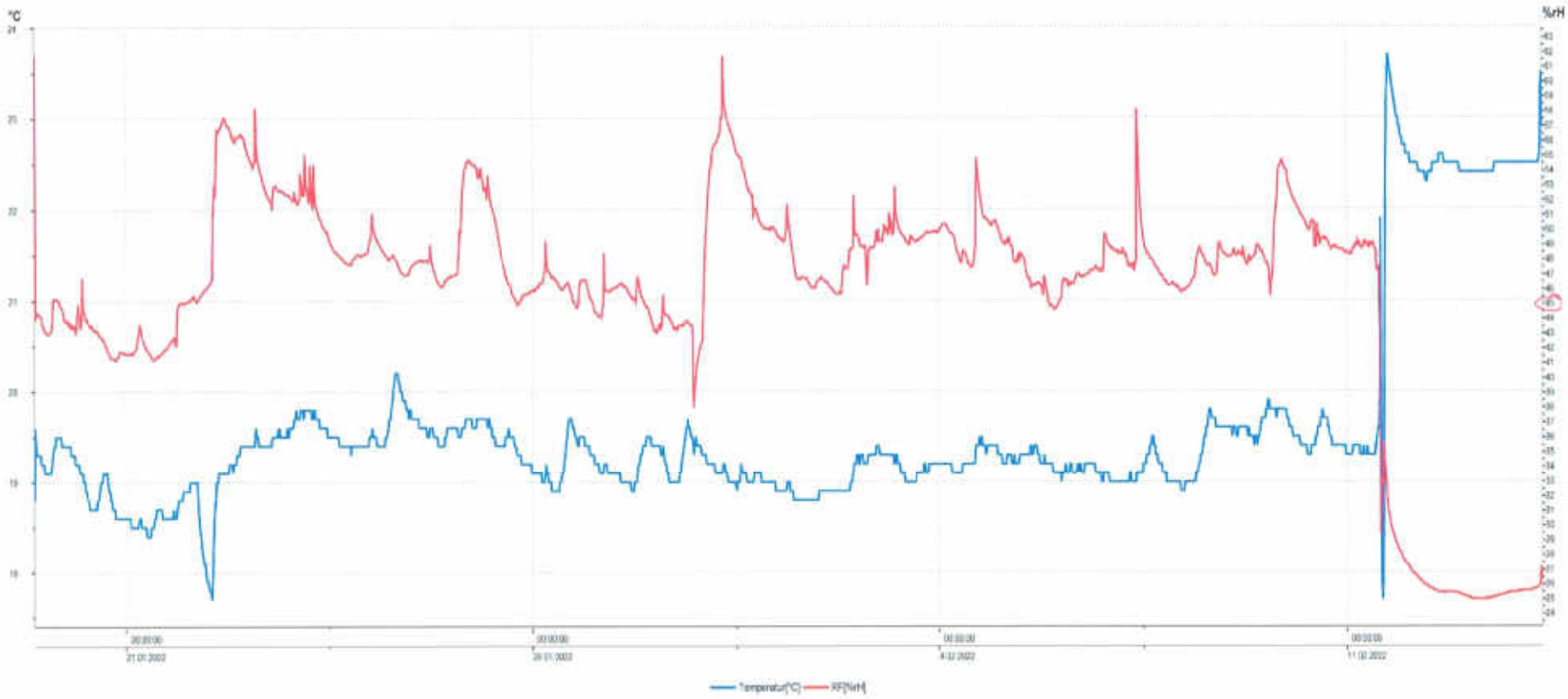
38 Bad

Apparatnavn: 36629160		14-02-2022 08:26:18			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 09:50:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:20:00	Temp [°C]	17,4	23,7	19,728	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	26,9	77,9	47,057	0,0/100,0
Måleværdier: 2491					
36629160					



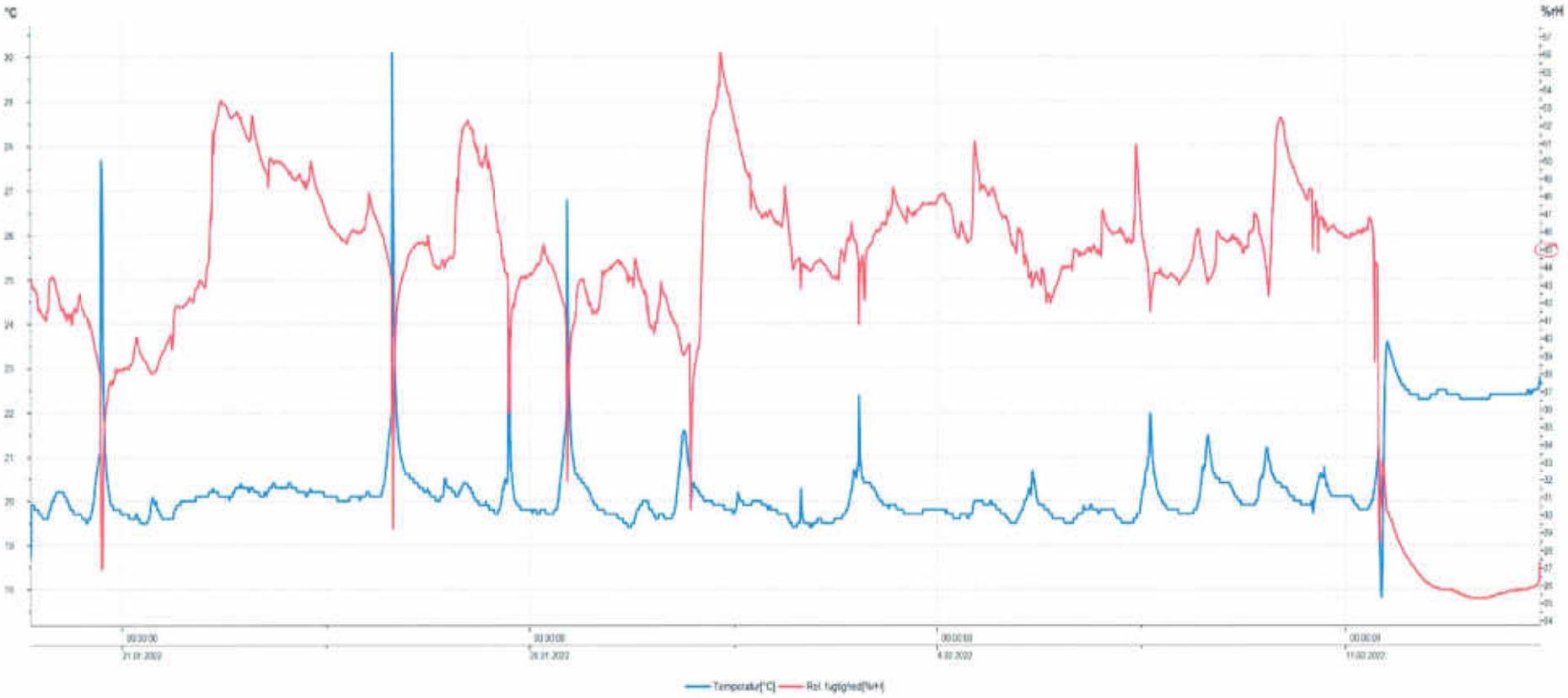
38 Soveværelse

Apparatnavn: CD		14-02-2022 08:44:30			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 09:50:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:35:00	Temperatur [°C]	17,7	23,7	19,585	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	25,0	61,9	45,812	0,0/100,0
Måleværdier: 2492					
37392643					



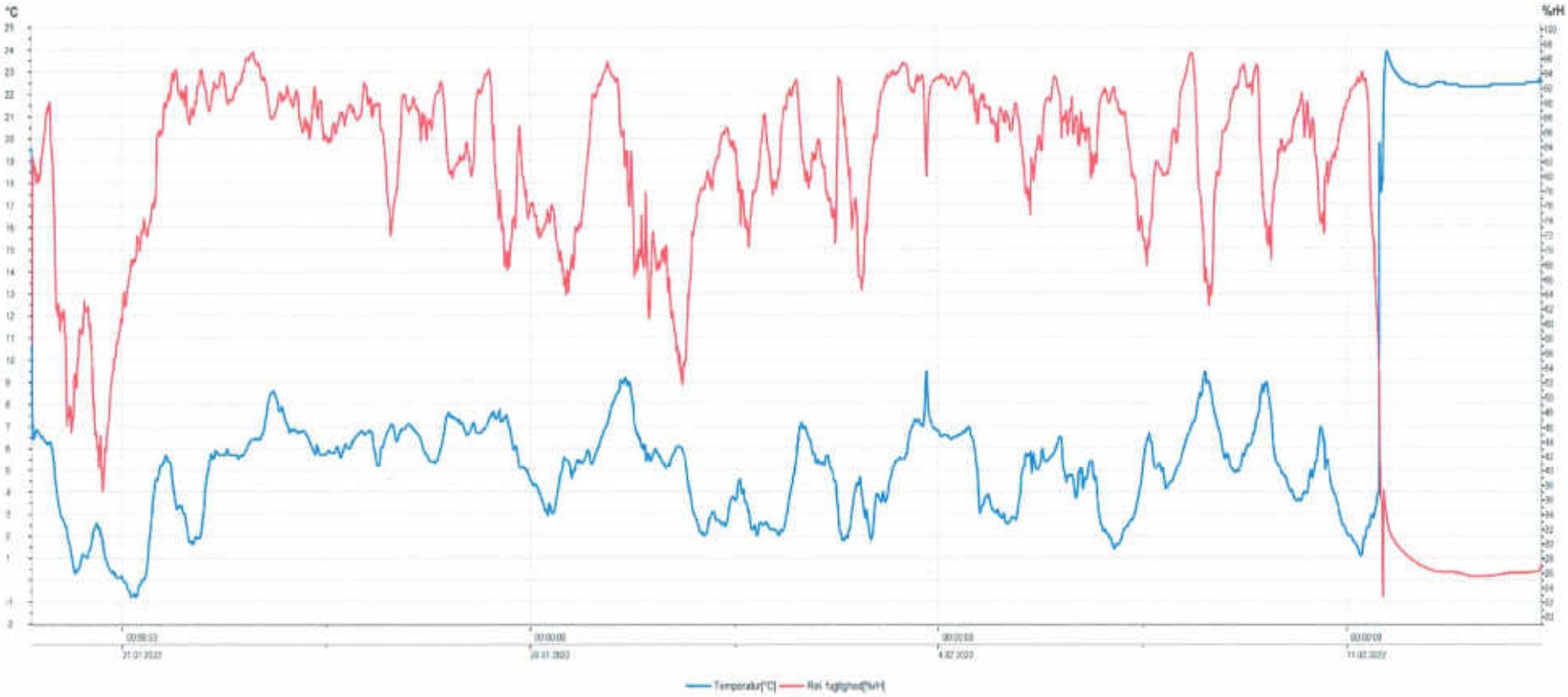
38 Stue / køkken

Apparatnavn: XX01		14-02-2022 08:36:18			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 09:49:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:19:00	Temperatur [°C]	17,8	30,1	20,302	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	25,3	56,2	43,276	0,0/100,0
Måleværdier: 2491					
36954863					



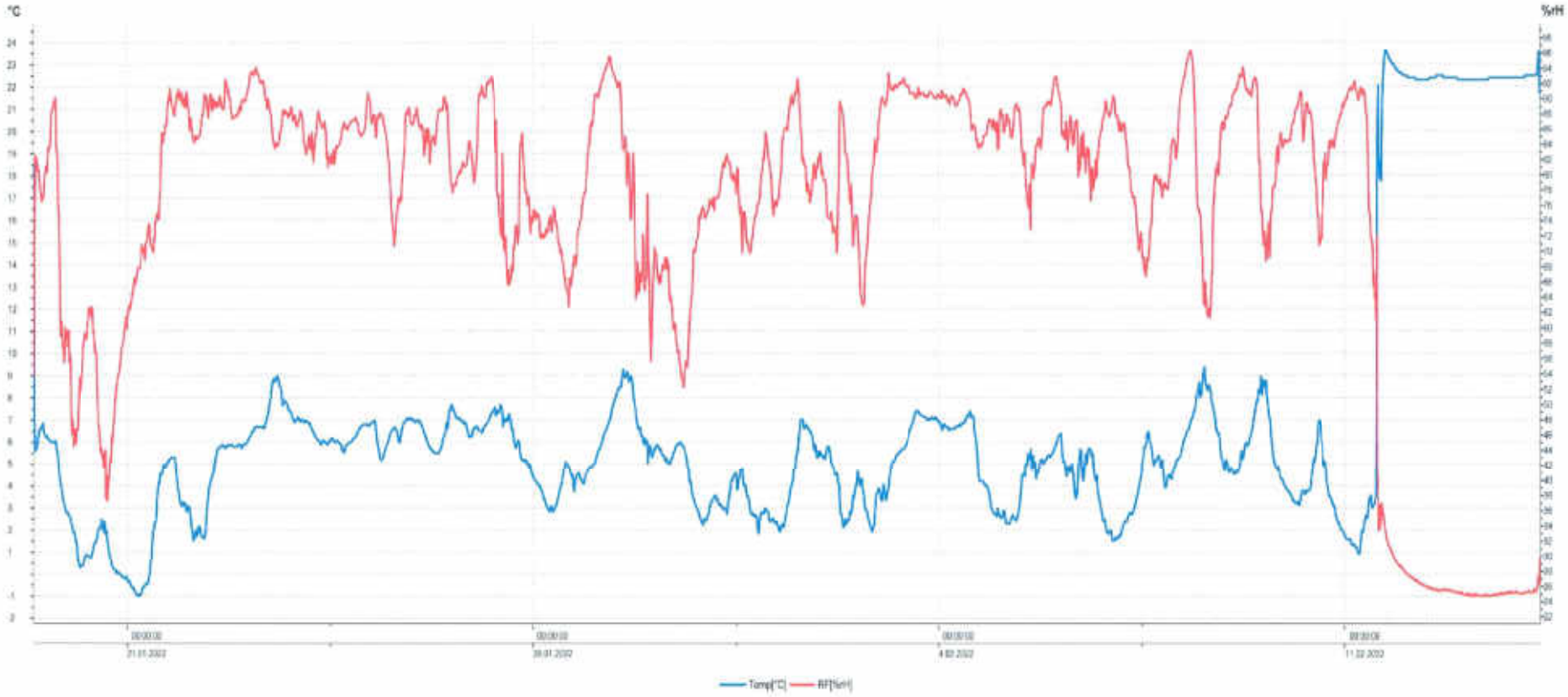
Tude

Apparatnavn: 36906669		14-02-2022 08:14:44			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 10:07:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:07:00	Temperatur [°C]	-0,8	23,9	6,789	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	22,7	97,1	76,637	0,0/100,0
Måleværdier: 2489					
36906669					



Tude

Apparatnavn: 36901493		14-02-2022 08:47:41			Side 1/1
Starttid: 19-01-2022 08:57:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 14-02-2022 08:42:00	Temp [°C]	-1,0	23,6	6,746	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	24,7	96,3	74,865	0,0/100,0
Måleværdier: 2496					
36901493					



18. Supplerende målinger i parcelhus

Supplerende målinger i parcelhus

{1. halvdel → Ventilation OFF}

{2. halvdel → Ventilation ON}

-Bryggers

-Drengeværelse

-Gang

-Kontor

-Køkken

-Legeværelse

-Lille toilet

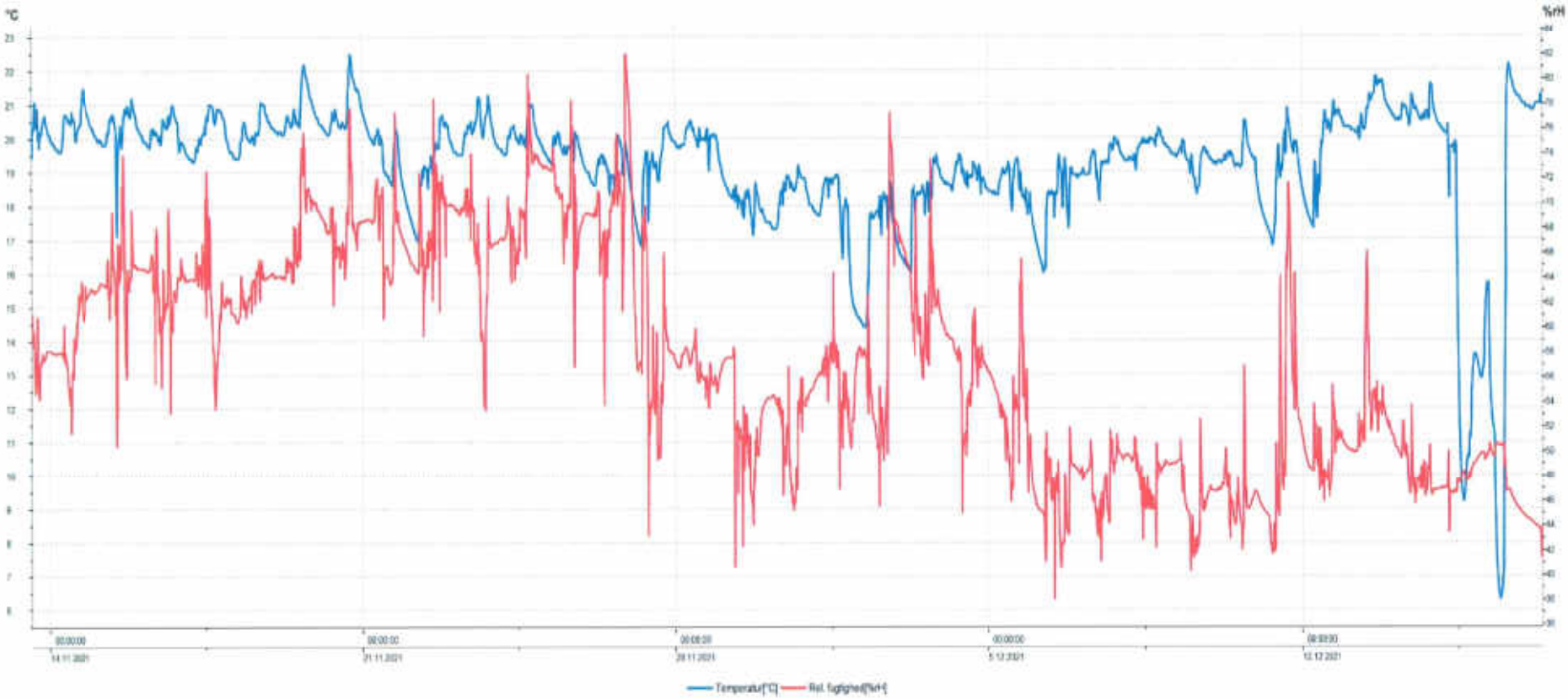
-Soveværelse

-Stort toilet/bad

-Stue

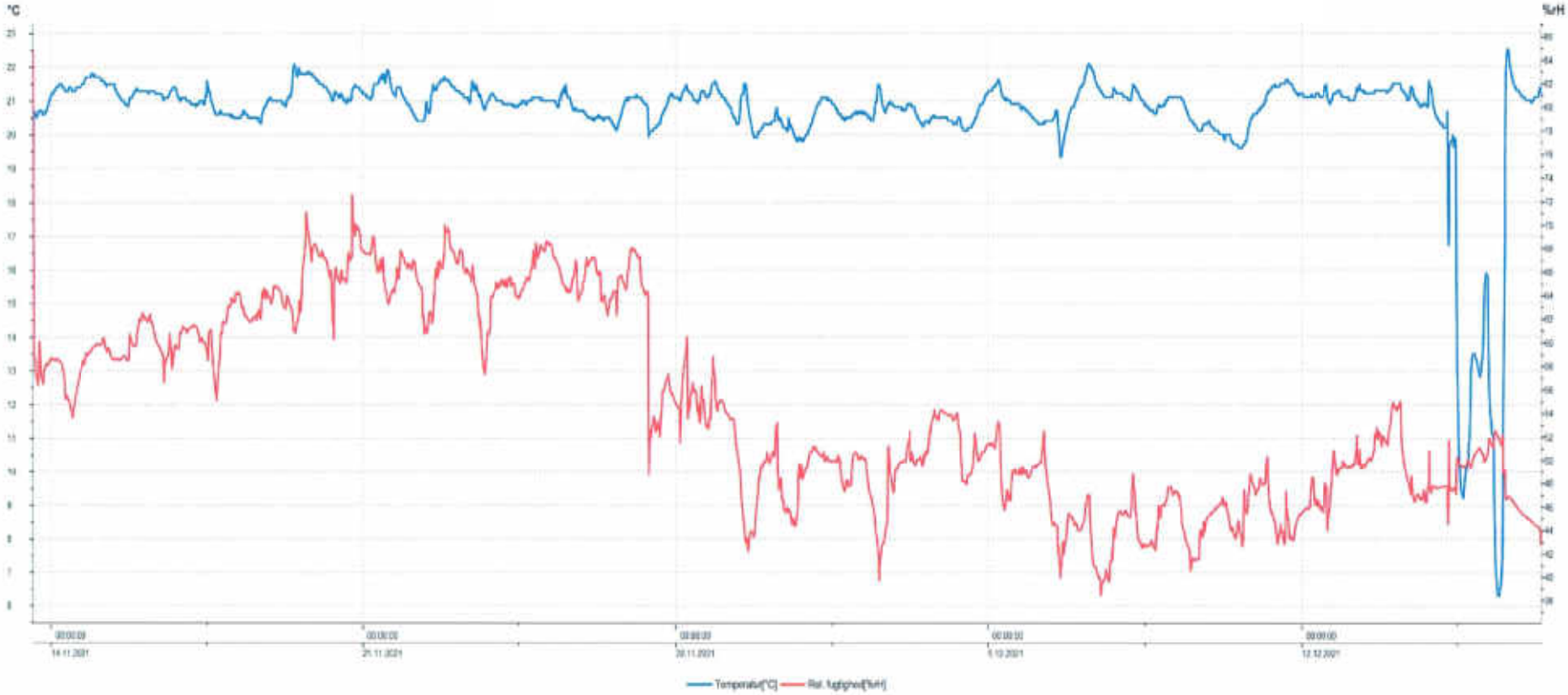
Byggers

Apparathavn: XX01		17-12-2021 09:02:09			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:18:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:58:00	Temperatur [°C]	6,3	22,5	19,202	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	38,0	82,1	57,481	0,0/100,0
Måleværdier: 4865					
36954863					



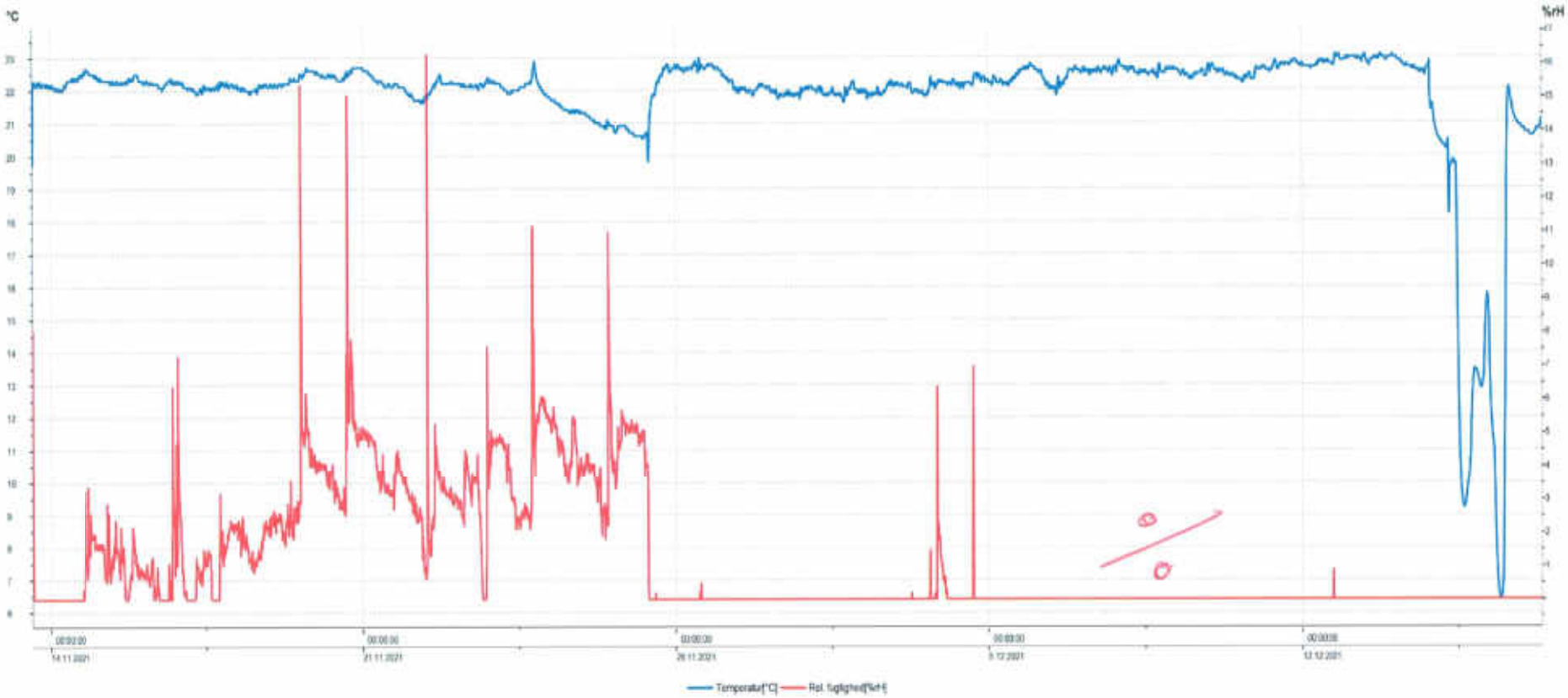
Drengeværelse

Apparatnavn: S02 - PSVN		17-12-2021 09:05:05			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:22:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 09:02:00	Temperatur [°C]	6,3	22,5	20,612	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	38,4	84,9	54,503	0,0/100,0
Måleværdier: 4865					
36963040					
ASOV					



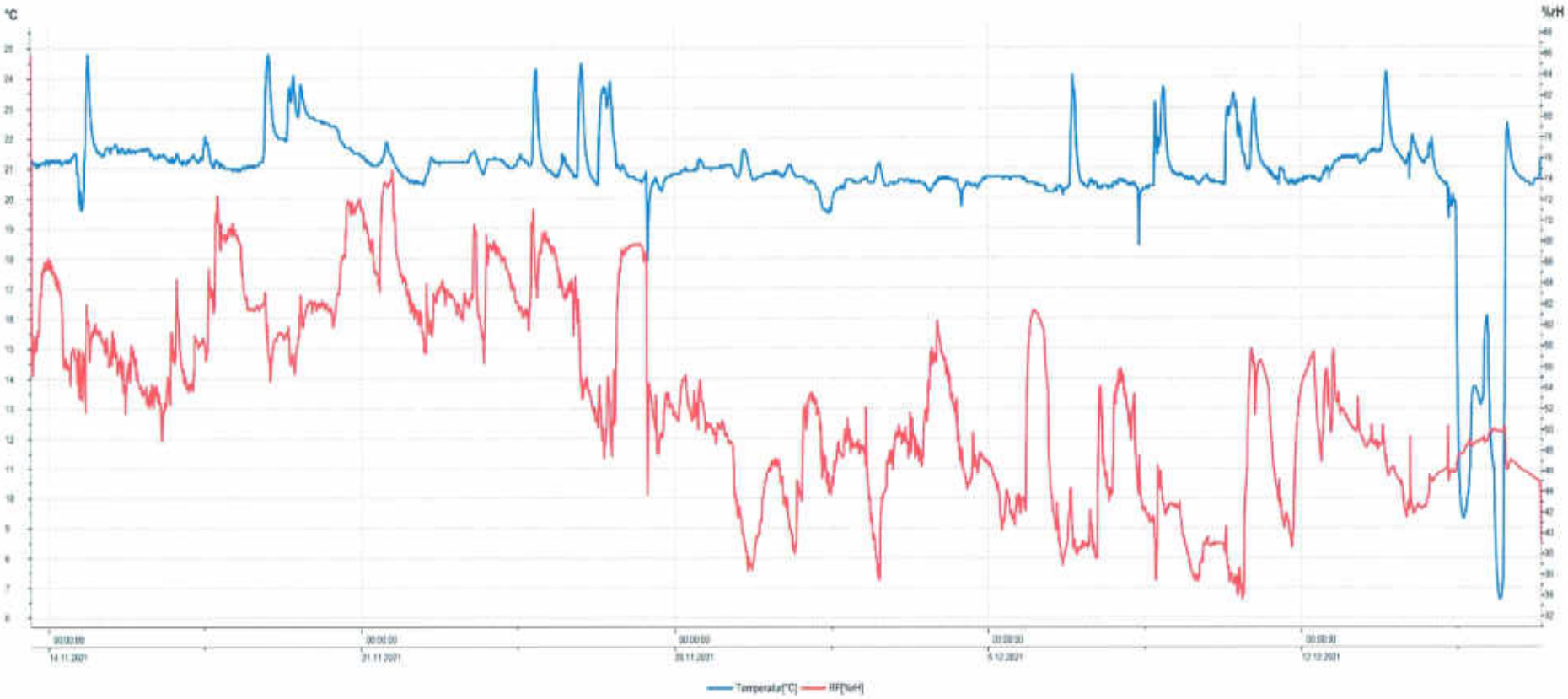
Gang

Apparatnavn: H03 PSVN		17-12-2021 08:59:09			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:22:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:52:00	Temperatur [°C]	6,4	23,1	21,825	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	0,0	16,3	1,121	0,0/100,0
Måleværdier: 4864					
36954851					
ASOV					



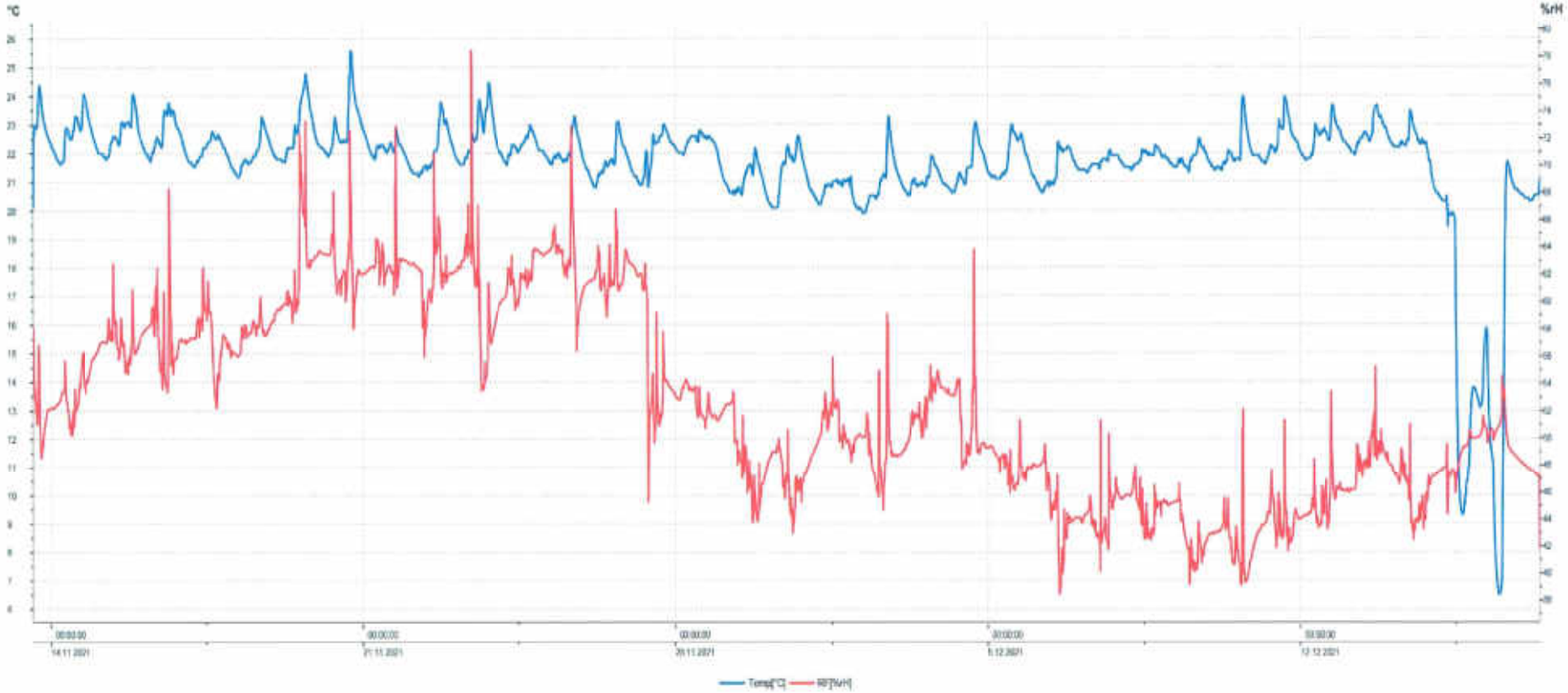
Kontor

Apparatnavn: CD		17-12-2021 08:42:25			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:19:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:39:00	Temperatur [°C]	6,6	24,8	20,806	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	33,6	86,1	52,895	0,0/100,0
Måleværdier: 4863					
37392643					



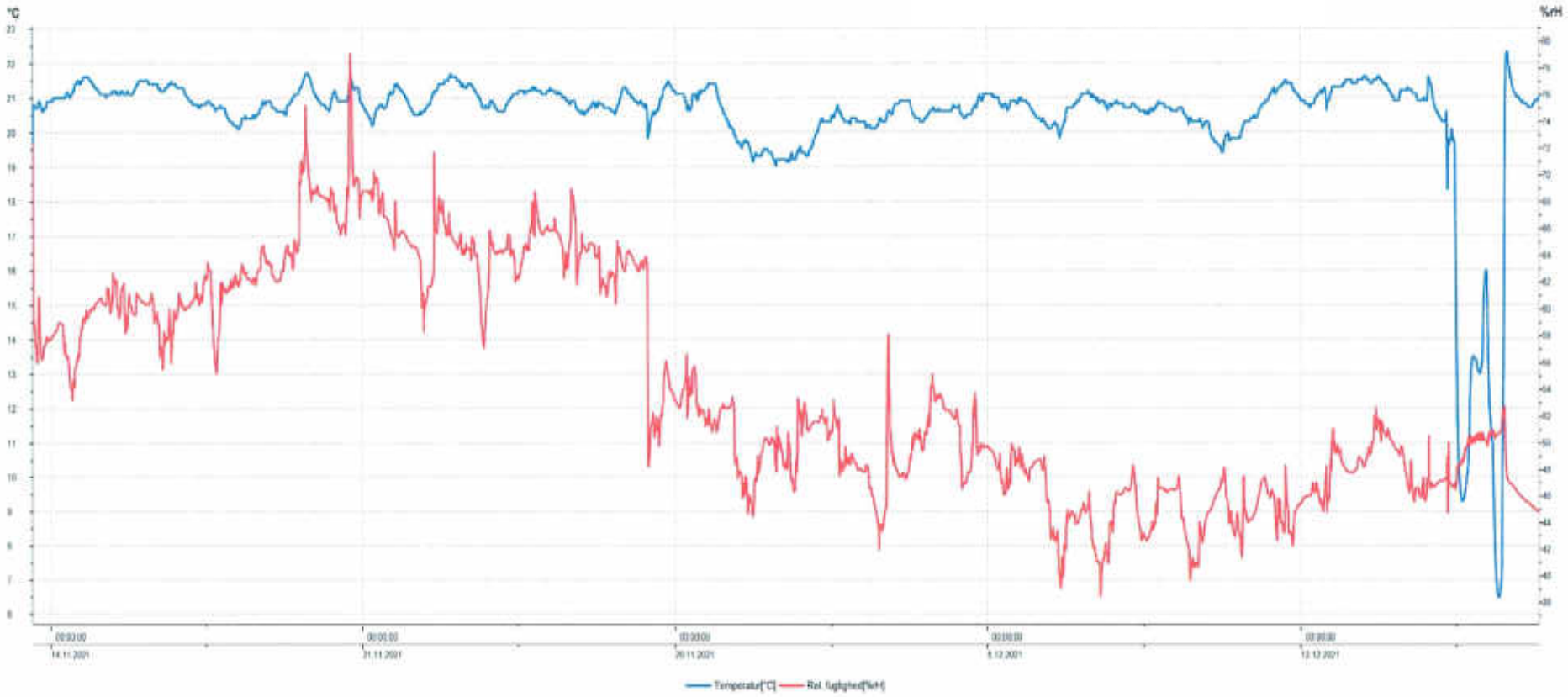
Kelken

Apparatnavn: 36628080		17-12-2021 08:45:39			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:18:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:38:00	Temp [°C]	6,5	25,6	21,615	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	38,4	78,5	52,592	0,0/100,0
Måleværdier: 4863					
36628080					



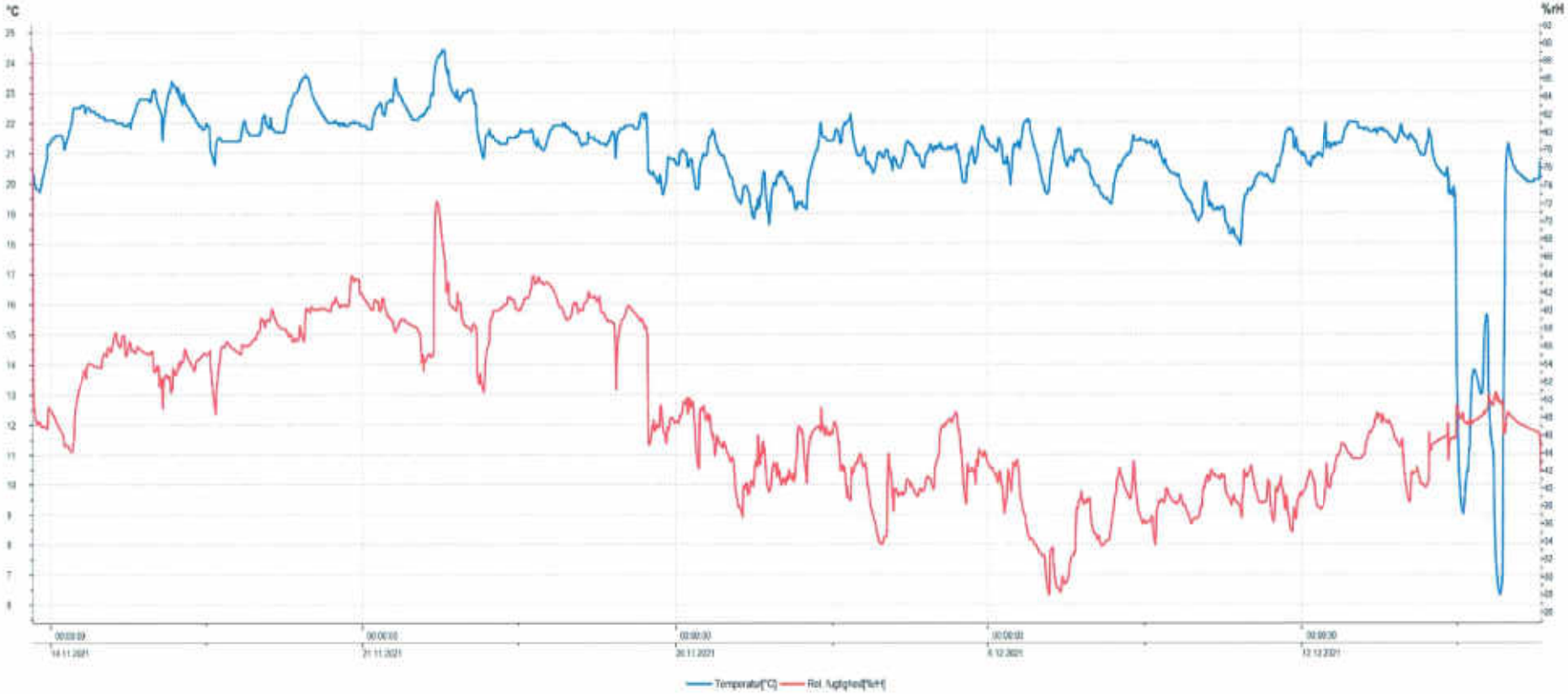
Legeværelse

Apparatnavn: S08 PSVN		17-12-2021 08:31:07			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:21:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:21:00	Temperatur [°C]	6,5	22,3	20,461	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	38,4	79,2	54,192	0,0/100,0
Måleværdier: 4861					
36954818					
ASOV					



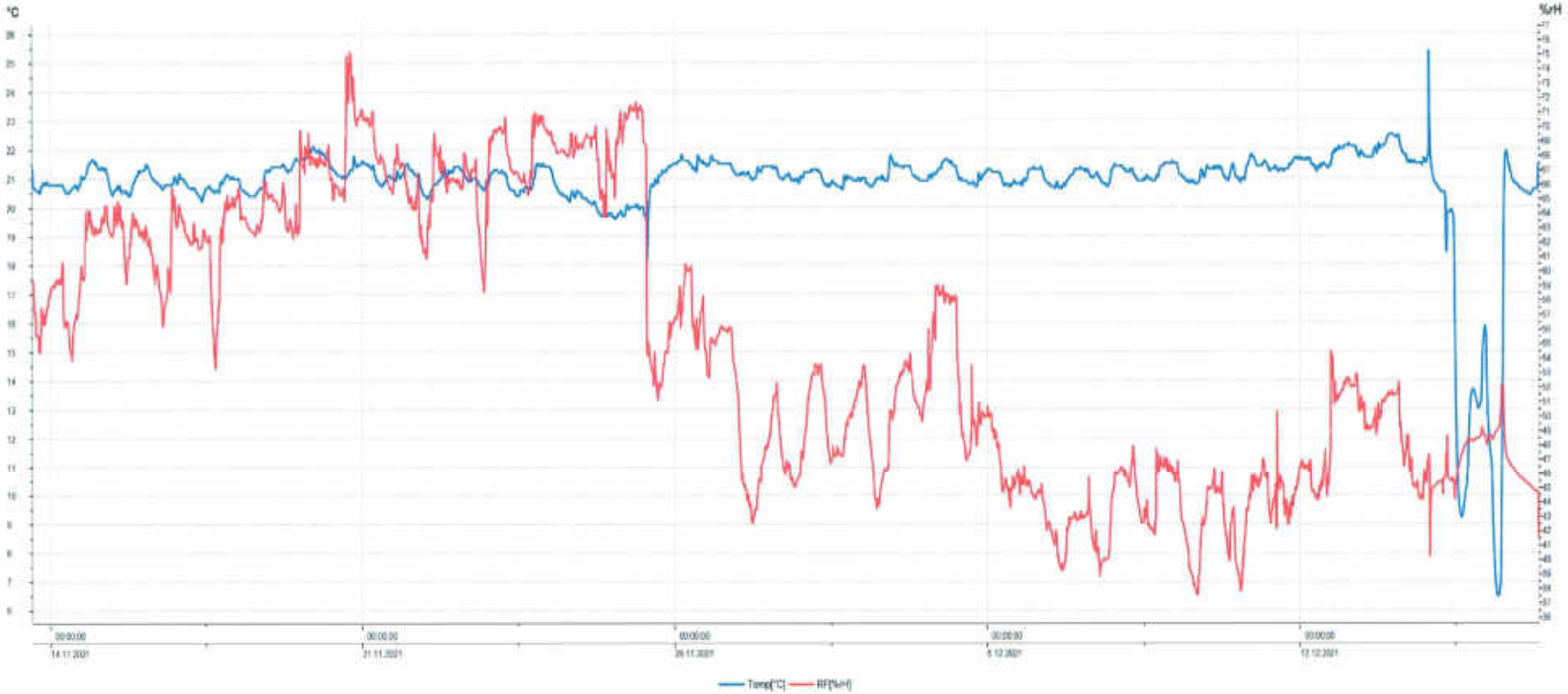
Toilet

Apparatnavn: 36906692		17-12-2021 08:48:57			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:22:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:42:00	Temperatur [°C]	6,3	24,4	20,923	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	27,9	89,3	48,177	0,0/100,0
Måleværdier: 4863					
36906692					



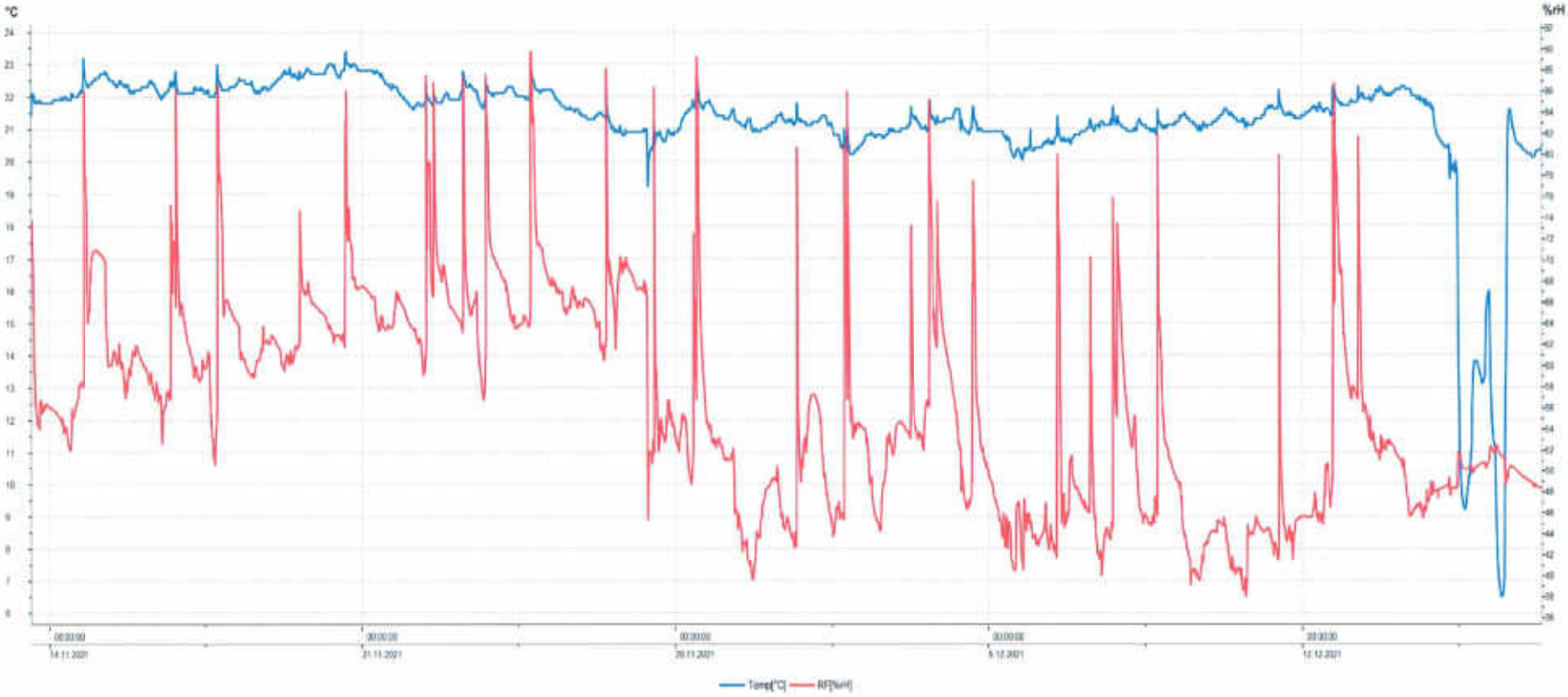
soveværelse

Apparatnavn: 36623870		17-12-2021 08:52:14			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:19:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:39:00	Temp [°C]	6,5	25,4	20,770	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	37,5	75,3	54,889	0,0/100,0
Måleværdier: 4863					
36623870					



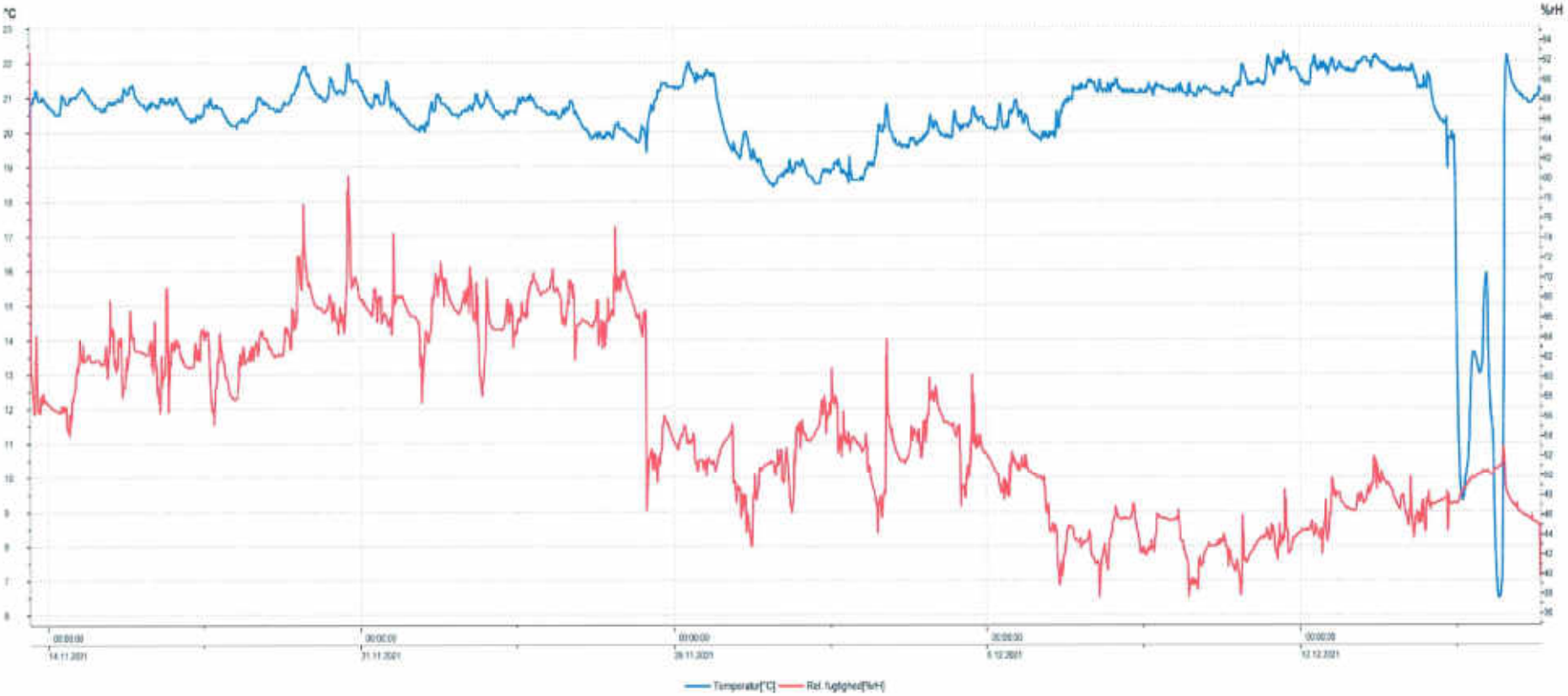
Bad

Apparatnavn: 36629744		17-12-2021 08:35:38			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:21:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:21:00	Temp [°C]	6,5	23,4	21,236	0,0/30,0
Målekanaler: 2	RF [%rH]	38,0	89,9	56,120	0,0/100,0
Måleværdier: 4861					
36629744					



Stue

Apparatnavn: E13 PSVN		17-12-2021 08:55:23			Side 1/1
Starttid: 13-11-2021 14:16:00		Minimum	Maksimum	Middelværdi	Grænseværdier
Sluttid: 17-12-2021 08:46:00	Temperatur [°C]	6,5	22,3	20,381	0,0/30,0
Målekanaler: 2	Rel. fugtighed [%rH]	37,6	92,9	55,046	0,0/100,0
Måleværdier: 4864					
36963048					
ASOV					



19. PR-artikler i fagbladene 'Installatør' og 'HVAC'

Den grønne renovering af boligmassen er strandet i centrale rørløsninger til ventilation. Men installatørerne kan byde ind med en alternativ løsning, der både vil glæde beboere og boligforeningerne og dermed bane vejen for den grønne omstilling. Elforsk har netop afsluttet et udviklingsprojekt, der viser overvældende gode resultater.

INSTALLATØR®

af **Installator.dk - Forum for el, VVS og ventilation** ,
Sophie Egede-Schrøder

Se virksomhedsprofil

"Enhederne kommer med en grundig monteringsvejledning, og så er det sådan set bare at vælge, om de skal placere over, under eller ved siden af vinduet, lave hul og sætte dem ind", fortæller Lasse Andersen. Foto: InVentilate.

Renovering af eksisterende etagebyggeri med henblik på at få mere energieffektiv ventilation med blandt andet varmegenvinding ligger stadig i slæbesporet. Desværre. For ikke alene er der store klimagevinster at hente, det vil også gavne både beboere og ejendomsforeningerne.

Derfor har Teknologisk Institut og InVentilate i løbet af en række projekter under Elforsk arbejdet på at udvikle løsninger, der benytter facadeintegreret mikroventilation i stedet for pladskrævende rørinstallationer. Det seneste projekt er nu afsluttet, og det ser ud til, at de kan sætte flueben ved alle de udfordringer, der skulle tackles.

Det vil betyde helt nye muligheder for installatørerne, der nu får en løsning, som kan give adgang til langt flere kunder og konkurrencefordele.

"Det er lykkedes os at komme i mål med en løsning som – lidt populært sagt – tilgodeser alle parter. Den er både nemmere at installere, billigere i drift og mere miljøvenlig, og den forbedrer indeklimaet mærkbart", fortæller Christian Drivsholm. Foto: Teknologisk Institut.

Beboermodstand

Ifølge Christian Drivsholm fra Teknologisk Institut, der har stået for den daglige drift af projektet, er en af de store udfordringer i forbindelse med renovation og energioptimering af etageejendomme, at de centrale ventilationsløsninger møder stor modstand – og ofte afvisninger – fra beboerne:

"Renovationsprojekter med etablering af ventilation med føring af to ventilationskanaler gennem hele bygningen er meget omfattende og indgribende i beboernes liv. Ofte må de fraflytte deres bolig i en periode. Samtidig kan det også betyde, at man bliver nødt til at inddrage fx et skab til aggregat og ventilationskanaler i lejligheden. I små lejligheder betyder det en del".

Billigere og bedre

For at tackle dette samt blandt andet de skrappe brandkrav i den nye DS428 gik Teknologisk Institut sammen med InVentilate i gang med at udvikle et alternativ. De to havde allerede samarbejdet i omkring 10 år med decentrale facadeintegrerede løsninger, dog primært med fokus på mikroventilationsløsninger til kontorbygninger og institutioner.

Nu skulle etageejendommene tilgodeses.

Projektet blev påbegyndt i 2019 og er netop afsluttet. Ifølge Lasse Andersen fra InVentilate med overvældende gode resultater:

"Det er lykkedes os at komme i mål med en løsning som – lidt populært sagt – tilgodeser alle parter. Den er både nemmere at installere, billigere i drift og mere miljøvenlig, og den forbedrer indeklimaet mærkbart. Desuden er den – selvom den er decentral – konstrueret som et sammenhængende ventilationssystem, hvor enhederne, der er forbundet digitalt, kan finde hinanden og tilpasse sig. Både de

forskellige enheder i de enkelte lejligheder, fx erstatningsluft til emhætte og fugtsensor i et badeværelse".

Nem installation
I forbindelse med selve installationen af de decentrale MicroVent enheder er der også meget at vinde. Ifølge Lasse Andersen kræver det bare et hul i væggen:

"Enhederne kommer med en grundig monteringsvejledning, og så er det sådan set bare at vælge, om de skal placere over, under eller ved siden af vinduet, lave hul og sætte dem ind".

Billigst
Firmaet InVentilate har i de sidste per år haft installationsprocessen i fokus og oplever ofte, at installatørerne får mere på bundlinjen end, de ville gøre med et traditionelt ventilationsanlæg.
Lasse Andersen bemærker:

"Vi vil jo gerne, at installatørerne tjener penge og får lyst til at komme igen, netop fordi de kan tjene gode penge med vores produkt".

Læs også: Tema om ventilation & indeklima 2021

Grundet den væsentligt nemmere installationsproces er monteringsfasen naturligvis væsentlig billigere, men de rigtig store besparelser kommer i den daglige drift:

"De store energibesparelser er et kæmpe plus i klimaregnskabet, men for beboerne er det også noget, der kan mærkes. Med en varmegenvinding på 92 procent og et 50 procent lavere strømforbrug plus monteringen, der er op imod 50 procent billigere, bliver det samlede regnestykke meget overbevisende. Både for beboere og boligforeninger", udtaler Lasse Andersen.

DS428
En af de andre grunde til påbegyndelsen af projektet var de skrappe krav, der ligger i DS428, men her ender løsningen med stort set at klare frisag. Da der hverken bliver trukket luft fra rum til rum eller rundt i resten af ejendommen, slipper man således i mange henseender for at skulle tage hensyn til DS428.

Fakta
- Varmegenvinding: 92 procent.
- 85 procent lavere strømforbrug i henhold til et centralt anlæg.
- 50 procent lavere strømforbrug end centrale skabsløsninger.
- Op imod 50 procent billigere monteringen.
- Mulighed for individuel styring på rumniveau.
- Regulering af luftfugtighed.
- Mange indbygningsmåder.

Manglende kendskab og et umodent marked
Ifølge både Lasse Andersen og Christian Drivsholm er den største udfordring for udbredelse af den nye teknologi, dels at der helt grundlæggende mangler kendskab til, at det er et muligt alternativ samt, at markedet endnu ikke er modent:

"Det er jo på mange måder en revolution af ventilationsområdet. Det er en helt ny måde at tænke på. Og de store rørinstallationer er en tradition, det er svært at gøre op med. Måske er det også fordi, det kræver, at vi accepterer, at etageejendomme og boliger er noget for sig, og 'one size' ikke passer alle. Etageejendomme skal ikke nødvendigvis have de samme løsninger som store produktionshaller", understreger de.

Forventningen er dog, at markedet relativt hurtigt vil kunne se fordelene:

"Der er ingen tvivl om, at det vil være en stor fordel for installatørerne at kunne tilbyde deres kunder denne løsning. Der er så store fordele, både ved montering og i den efterfølgende drift, at det potentielt vil kunne give dem konkurrencefordele at foreslå det", slutter Christian Drivsholm fra Teknologisk Institut.

HVAC

Optimeret ventilationsløsning kan kickstarte grøn renovering

Den grønne renovering af etageboliger er strandet i traditionelle centrale rørløsninger til ventilation. Men hvis branchen tør tænke i nye baner, findes der et alternativ. Til gavn for både beboere, boligforeninger og den grønne omstilling. I et netop afsluttet ELFORSK-projekt er facadeintegreret mikroventilation blevet optimeret på en række områder, som gør løsningen både mulig, lovlig og økonomisk fordelagtig til etageboliger og lejligheder.

Renovering af eksisterende etageboliger med henblik på at få mere energieffektiv ventilation med blandt andet varmegenvinding ligger stadig i slæbesporet. Desværre. For ikke alene er der store klimagevinster at hente, det vil også gavne både beboernes og bygningernes sundhed. Derfor har Teknologisk Institut og InVentilate med et ELFORSK-projekt optimeret facadeintegreret mikroventilation som alternativ løsning til pladskrævende rørinstallationer, der især er et problem i etageboliger og lejligheder.

Beboermodstand

Ifølge Christian Drivsholm fra Teknologisk Institut, der har stået for den daglige drift af projektet, er en af de store udfordringer i forbindelse med renovering og energioptimering af etageejendomme, at de centrale ventilationsløsninger møder stor modstand fra beboerne:

"Renovationsprojekter med etablering af ventilation med føring af to ventilationskanaler gennem hele bygningen er meget omfattende og indgribende i beboernes liv. Ofte må de fraflytte deres bolig i en periode. Samtidig kan det også betyde, at man bliver nødt til at inddrage fx et skab til aggregat og ventilationskanaler i lejligheden. I små lejligheder betyder det en del".

Nem installation

Med facadeintegreret mikroventilation er det anderledes, for systemet kan installeres på blot én dag, så beboerne behøver ikke at fraflytte boligen. Samtidig kræver det hverken plads til rør eller aggregater, der kræves bare en udsparing i væggen:

"Mikroventilationsenhederne leveres med en grundig monteringsvejledning, og så er det sådan set bare at vælge, om de skal placeres over, under eller ved siden af vinduet, lave hul og sætte dem ind, fortæller Lasse Andersen, der er salgschef i InVentilate, og tilføjer:

"Og i de tilfælde hvor boligforeningerne både skal have skiftet vinduer og lavet ventilation, bliver installationen af mikroventilation endnu nemmere, fordi indbygningen sker sammen med vinduet i vinduesåbningen."

Intelligent styresystem giver mulighed for behovsstyring

Princippet i mikroventilation er kanalløse enheder som placeres i ydervæggen for hvert rum. I normal drift skaber enhederne balanceret ventilation med varmegenvinding på rumniveau. Samtidig kan ventilationen for hvert rum behovsstyres, fordi enhederne er forbundet i et intelligent og trådløst styresystem som sørger for, at alle mikroventilationsenheder reagerer samlet på forholdene i det enkelte rum og dermed skaber den mest komfortable ventilation for brugeren.

"Det unikke ved mikroventilationsløsningen, at den er konstrueret som et sammenhængende ventilationssystem, hvor enhederne, der er forbundet digitalt, kan finde hinanden og tilpasse sig. Både de forskellige enheder i de enkelte lejligheder og på rumniveau som fx erstatningsluft til emhætte og fugtsensor i et badeværelse, fortæller Christian Drivsholm.

Selv de skrappe krav, der ligger i DS428, slipper man med få undtagelser for at skulle tage hensyn til med mikroventilation, da systemet ikke bryder brandsektioner.

Patenteret vindkompensering mindsker træk

Selvom teknologien bag mikroventilation er gennemtestet og har været på det danske marked i 10 år, så har løsningerne til de enkelte bygningskategorier løbende skullet forfines og justeres. Især har brugerne oplevet trækgener fra ventilationsenhederne i forskellige situationer.

Fx gav kraftigt blæsevejr trækgener fra enhederne, men problemet er i ELFORSK-projektet nu blevet løst med en automatisk spjældfunktion, som kan lukke for enheden, når vindtryk på facaden bliver for store. Funktionen er blevet patenteret under navnet vindkompensering, og der findes derfor ikke andre mikroventilationsenheder på markedet, som har denne funktion. Nogle har manuelle spjæld, som kan lukkes fysisk på enheden, men den ulempe, at brugerne ofte glemmer at åbne for den igen.

360 graders indblæsning øger komforten

En anden løsning, der er blevet udviklet i ELFORSK-projektet for at forbedre komforten, er design og udvikling af en indvendig inddækningsplade, som øger komforten.

Pladen, der monteres indvendigt, ensretter indblæsningsluften parallelt med ydervæggen i en 360 graders vinkel. Når den kolde udendørsluft ved hjælp af den såkaldte Coanda-effekt smyger sig langs væggene og blandes op med den varmere indendørsluft, sikres en mere optimal luftfordeling i rummet, og den indblæste friske luft opleves derfor ikke som kulde eller træk. Inddækningspladen har samtidig også en lyddæmpende funktion over for bestemte lydfrekvenser.

Tilpasset etageboliger og lejligheder

I etageboliger og lejligheder finder man ofte badeværelser uden ydervæg med vindue. Det var tidligere en udfordring i forhold til at anvende mikroventilation, men den kan ELFORSK-projektet nu også sætte flueben ved. Løsningen er blevet at ventilere den type badeværelser med to cirkulære kanaler under loftet. En slags hybrid af mikroventilation og rørført ventilation, hvor kanalerne kobles til den mikroventilationsenhed, der er tættest på badeværelset uden ydervæg.

Specifikt for etageboliger er også køkkenemhætter som ofte er koblet op på en stor central udsugningsventilator på taget, og som ventilationssystemet skal kunne interagere med, når emhætten er i brug. I mikroventilation har man udviklet en emhættefunktion som gør, at der suges erstatningsluft igennem enhederne, uden at de leverer direkte erstatningsluft. Det gav tidligere trækgener, men Teknologisk Institut og InVentilate har i ELFORSK-projektet udviklet den intelligente software til automatisk at slå vindkompensering fra, når en køkkenemhætte er i brug, og så forbliver komforten god.

Bedre indeklima og store anlægsbesparelser

De udviklede løsninger til mikroventilation i etageboliger er blevet afprøvet med rigtig gode resultater i et boligområde i Ebeltoft, hvor naturlig ventilation blev skiftet ud med mikroventilation. De 55 boliger, med lejligheder i hhv. stueplan og 1. sal, blev i 2020 renoveret på grund af massive råd- og skimmelsvamp-

angreb. Netop plads til ventilationsrør og modstand mod midlertidig fraflytning var den store udfordring, og da facader og vinduer alligevel skulle udskiftes, blev mikroventilation valgt som løsning. På bagkant af renoveringen taler tallene tydeligt for sig selv: Anlægsprisen har været 50 % lavere end hvis et traditionelt ventilationssystem var blevet valgt. Og den lavere anlægspris har ikke alene gavnet boligforeningens økonomi, men gav også den projekterende bygherrerådgiver en bedre bundlinje.

For beboerne er der også store besparelser at komme efter, fordi mikroventilation er yderst energibesparende:

"De store energibesparelser er et kæmpe plus i klimaregnskabet, men for beboerne kan en varmegenvindingsgrad på 92 procent og et 50 procent lavere strømforbrug også godt mærkes – og da ikke mindst i disse tider, hvor elpriserne er tårnhøje," udtaler Lasse Andersen.

Manglende kendskab og tiltro til alternative løsninger

Det store markedsgennembrud til mikroventilation er hidtil udeblevet. Ifølge såvel Lasse Andersen som Christian Drivsholm er den største udfordring for udbredelse af den nye teknologi dels, at der helt grundlæggende mangler kendskab til, at det er et muligt alternativ plus, at markedet endnu ikke er modent:

"Det er jo på mange måder en revolution af ventilationsområdet. Det er en helt ny måde at tænke på. Og de store rørinstallationer er en tradition, det er svært at gøre op med. Måske er det også fordi, det kræver, at vi accepterer, at etageejendomme og boliger er noget for sig, og 'one size' ikke passer alle. Etageejendomme skal ikke nødvendigvis have de samme løsninger som store produktionshaller", understreger de.

Forventningen er dog, at markedet relativt hurtigt vil kunne se fordelene:

"Der er ingen tvivl om, at det vil være en stor fordel for de projekterende parter at kunne tilbyde deres kunder denne løsning. Der er så store fordele, både ved montering og i den efterfølgende drift, at det potentielt vil kunne give dem konkurrencefordele at foreslå det", slutter Christian Drivsholm fra Teknologisk Institut.

Fakta om mikroventilation

- Varmegenvinding: 92 procent.
- 85 procent lavere strømforbrug i henhold til et centralt anlæg.
- 50 procent lavere strømforbrug end centrale skabsløsninger.
- Op imod 50 procent billigere monteringen.
- Mulighed for individuel styring på rumniveau.
- Regulering af luftfugtighed.
- Mange indbygningsmåder.

Om InVentilate

Siden 2009 har InVentilate udviklet og solgt facadeintegreret mikroventilation under navnet MicroVent til kontorer, boliger, skoler og daginstitutioner. InVentilate ligger i Ikast og ejes i dag af tyske Maico.

Billedtekster

1. "Det er lykkedes os at komme i mål med en løsning som tilgodeser alle parter. Den er både nemmere at installere, billigere i drift og mere miljøvenlig – og så den forbedrer indeklimaet mærkbart", fortæller Christian Drivsholm. Foto: Teknologisk Institut.

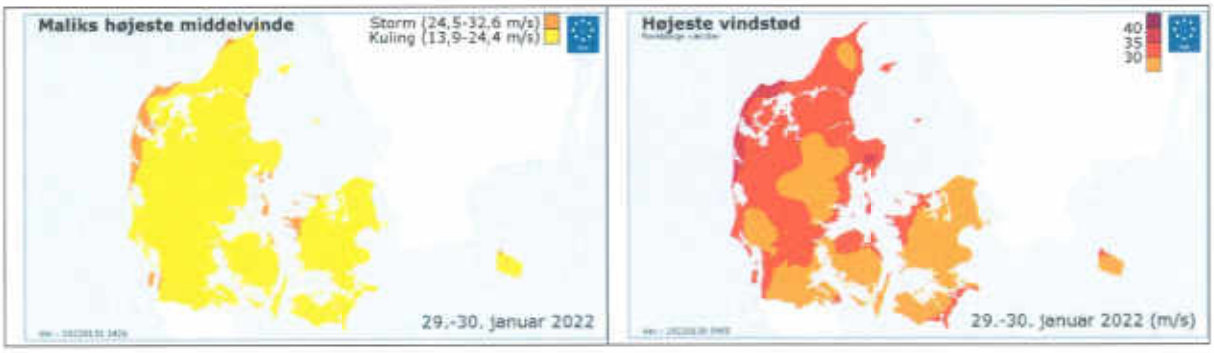
2. Mikroventilation været på markedet i 10 år i Danmark. Selvom teknologien er gennemtestet og en yderst energibesparende løsning, så har løsningen skullet forfines og justeres. Med ELFORSK-projektet er der blevet sat flueben ved de udfordringer, der tidligere var akilleshælen ved mikroventilation i etageboliger og lejligheder.

3. Det intelligente styresystem gør mikroventilationsenhederne i stand til automatisk at tage højde for udsving og at gå i energibesparende grundventilation, når behovet for ventilation falder, ligesom det automatisk skruer op, når behovet for frisk luft igen stiger. Styringen kompenserer også for fx vind, udsugning fra en emhætte og drivtryk i bygningen, hvilket minimerer strømforbruget og giver optimal brugerkomfort.

20. Beboer feedback, Granparken Ebeltoft

Beboer feedback

De udførte "efter" målinger faldt desværre meget uheldigt i samme tidsperiode som stormen Malik. Det kan være en ulempe for evalueringen, men kan også være en fordel. Stormen Malik må betegnes som et ekstremt dansk vejrfænomen, se de efterfølgende vejrplot fra DMI.

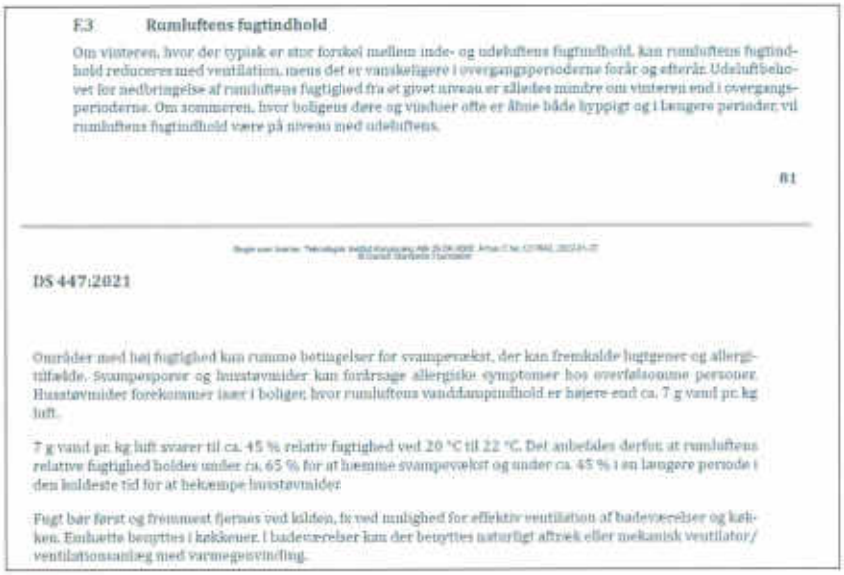


Beskyttelse mod kraftig vind på facaden (positivt tryk) manglede i "før" situationen og det medførte følgende beboer feedback:

- Blæst (kraftig luftstrøm) direkte gennem enheder
- Meget varierende ventilatoromdrejningstal
- Generende- og uensartet støjbillede
- Trækgener forårsaget af høj lufthastighed og kold luft tæt ved enheder

Alle disse ulemper er ifølge beboerne løst i forbindelse med opgraderingen og implementering af algoritme for vindbeskyttelse. Set over lang tid kan det tænkes, at yderligere finjustering er nødvendigt.

Temperatur- og relative luftfugtighedsmålinger for de tre lejligheder er placeret i bilag 17.



F.3 **Rumluftens fugtindhold**

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.

B1

DS 447:2021

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 g vand pr. kg luft.

7 g vand pr. kg luft svarer til ca. 45 % relativ fugtighed ved 20 °C til 22 °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.

Fugt bør først og fremmest fjernes ved kilden, fx ved mulighed for effektiv ventilation af badeværelser og køkken. Emhuette benyttes i køkkener. I badeværelser kan der benyttes naturligt aftræk eller mekanisk ventilator/ventilationsanlæg med varmegenvinding.

7 gram pr. kg tør luft svarer til 48 – 43% i temperaturområdet 20 – 22 °C af hensyn til forekomst af støvmider, og under 65% for at hæmme svampevækst.