



Workshop 1

Innovationsupphandling

Bostads-FTX


Förutsättningar och problem

Tekniskt ansvarig: Per Kempe, Tekn.dr. Installationsteknik, PE Teknik & Arkitektur

2022-06-16



1



Förutsättningar

Energieffektiva lufttäta flerbostadshus använder vanligtvis centrala ventilationsaggregat med hög temperaturverkningsgrad mellan 80% och 90%, för att uppnå låg energianvändning för ventilationen. Fuktalstringen i bostäder skapar dock utmaningar för funktionen för ventilationsaggregaten. Detta beror på bland annat att luftens förmåga att innehålla fukt är starkt temperaturberoende

Centrala ventilationsaggregat är att föredra för att få betydligt **färre underhållspunkter** och **mindre värmeförluster** mellan utomhusluftkanaler och avluftskanaler till omgivande inomhusluft under vintern.

I energieffektiva flerbostadshus är det viktigt att säkerställa hög kvalitet i design, produktion och drift, eftersom varje avvikelse kan öka energianvändningen med ett par kWh/m² golvyta, år. Det är inte ovanligt att den uppmätta (verkliga) värmeanvändningen blir upp till 50 % högre än den beräknade (förväntade) värmeanvändningen i energieffektiva flerbostadshus.

2022-06-17

2



Typ av värmeåtervinning

- Bostadsventilationsaggregat med värmeåtervinning med rotor fungerar "bättre" på vintern, jämfört med plattvärmeväxlare, eftersom de har betydligt mindre frysning och en viss fuktåterföring. Inomhusluften blir inte lika torr under vintern, men värmeåtervinning med rotor har en relativt stor risk för att lukter sprids i flerbostadshuset. Bostadsventilationsaggregat med motflödesvärmeväxlare är därför att föredra i flerbostadshus för att minska risken för luktspridning, men behöver avfrostas av värmeåtervinningen när utomhustemperaturen är under ca -2°C .

2022-06-17

3



Fördelning av energi i energieffektivt fbh

Flerbostadshus med hög energieffektivitet, köpt $60 \text{ kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år erhåller ungefär följande fördelning på delsystemen varmvatten, fastighetsel och värme:

- Varmvatten (standardiserat brukande, BEN/ Sveby) är $25 \text{ kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år
- Fastighetsel ca $10 \text{ kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år varav ca hälften är fläktel ca 5 kWh/kvm,år .
- Kvarstår till värme $25 \text{ kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år (varav icke tillgodogjord VVC-förlust är någon $\text{kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år, vädring $4 \text{ kWh/m}^2\text{Atemp}$ och år samt säkerhetsmarginal på energiberäkningen, där många använder runt 10 %). Så radiatorsystem och eftervärme blir ungefär $13+4 \text{ kWh/kvm,år}$ och fördelningen beror primärt på tilluftstemperaturen

Solceller kan bidra med el som direkt kan nyttjas till fastighetsel. Solfångare och avloppsvärmeväxlare kan ge bidrag till främst varmvattenenergin om de erhåller en korrekt funktion i flerbostadshuset. Så dessa kan ge utrymme för lite mer värme.

2022-06-17

4



- Ett litet undertryck önskas i varje lägenhet för att minska risken att inneluft ska läcka ut i klimatskärmen och att fukt i inneluften under vinterhalvåret ska kondensera klimatskärmen med risk för fuktskador.
- Luftflödesobalans ökar värmebehovet i lägenheterna där uteluft läcker in samt minskar eftervärmebehovet då tilluftsverkningsgraden ökar och luftflödet som behöver eftervärme minskar. Totalt ökar värmebehovet för fbh.
- Detta betyder att man behöver ha god kontroll på luftflödena och luftflödesbalansen för att kunna kontrollera och verifiera ventilationsaggregats funktion och energianvändning.

2022-06-17

5



Fördelning av värme

Hur värmeenergin fördelas mellan värmesystemet och eftervärmningen av ventilationen (exklusive vädring) med $T_{avl} > +1C$ (efterlikna avfrostningsfunktion) beror huvudsakligen på ventilationens tilluftstemperatur och luftflödesbalansen för ventilationsaggregatet.

	Rad+Vent=Tot	Rad+Vent=Tot
Till/Från	Ttill18C	Ttill20C
1	$9,15+3,26=12,41$	$6,40+6,53=12,93$
0,9	$12,52+1,69=14,21$	$9,83+4,80=14,63$
0,8	$16,46+0,66=17,12$	$13,81+3,39=17,20$

2022-06-17

6

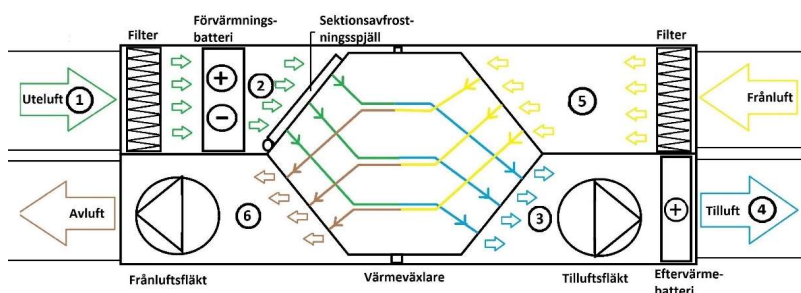


Antaget ventilationsaggregat

Värmeväxlaren är en blandning av kors- och motströmsvärmeväxlare och antas kunna beräknas som motströmsvärmeväxlare med acceptabel noggrannhet.

Under vintern, när temperaturen på ytan av värmeväxlarplåten är under frånluftens dagtemperatur kommer frånluftfukt att kondensera i VVX och frysa om värmeväxlarplåtens temperaturen är under 0 ° C. För att förhindra att värmeväxlaren blir en isklump behövs en avfrostningsfunktion för att smälta isen i värmeväxlaren.

VVX-plåtens temperatur är ungefär ett medel av Temperatur "2" och "6" och "6" beror på frånluftverkningsgraden



2022-06-17

7



Beräknad idealisk motströmseffektivitet vid olika luftflödesbalanser.

Tempverkn.grad vid balans \ Luftflödesbalans		Tilluftsflöde / Frånluftsflöde			
		1,00	0,90	0,80	0,70
70%	Temp.v.Till	70%	75%	80%	85%
	Temp.v.Från	70%	67%	64%	60%
80%	Temp.v.Till	80%	85%	90%	94%
	Temp.v.Från	80%	76%	72%	66%
90%	Temp.v.Till	90%	95%	98%	99%
	Temp.v.Från	90%	85%	78%	70%

Uteluftstemperatur när vvx-plattan blir 0 ° C vid olika frånluftverkningsgrader

VerknFrån \ TFrån	21°C	22°C	23°C
65%	-4,5°C	-4,7°C	-4,9°C
70%	-3,7°C	-3,9°C	-4,1°C
75%	-3,0°C	-3,1°C	-3,3°C
80%	-2,3°C	-2,4°C	-2,6°C
85%	-1,7°C	-1,8°C	-1,9°C
90%	-1,1°C	-1,2°C	-1,2°C

Värmeväxlare i flerfamiljshus har normalt en verkningsgrad mellan 80 % och 90 % vid luftflödesbalans och då kommer $T_{plate} = 0$ ° C, vvx-plåtens temperatur, att ge en utomhuslufttemperatur på -1 ° C till -3 ° C, främst beroende på frånluftverkningsgraden och den faktiska luftflödesbalansen.

2022-06-17

8



Antal timmar under normalår som Tute är under $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ enligt Sveby/SMHI 1981-2010

Ort	Utomhustemperatur			
	$-1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4\text{ }^{\circ}\text{C}$
Malmö	480	310	190	100
Göteborg	780	530	340	250
Stockholm	1300	990	750	590
Örebro	1730	1410	1110	850
Umeå	2400	2000	1700	1500
Kiruna	4180	3850	3510	3200

2022-06-17

9



Fukttinhåll i frånluften vid olika Tute

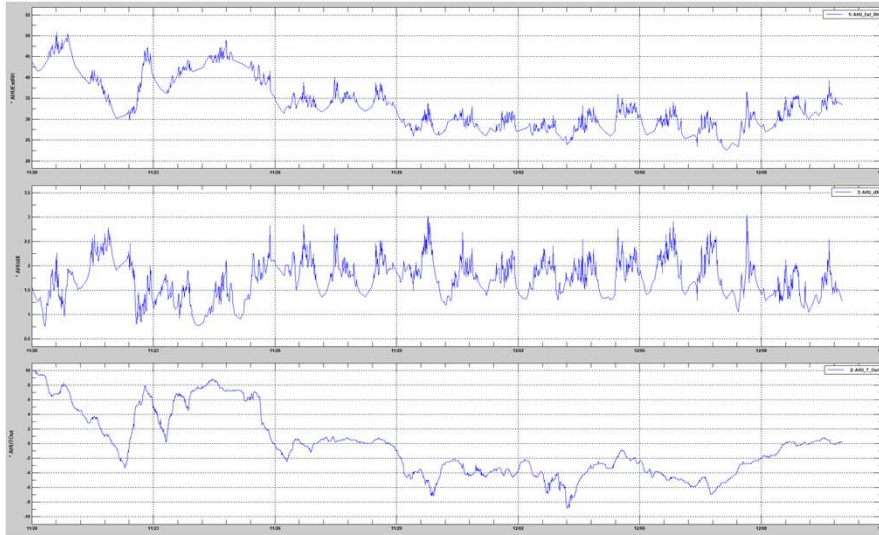
Utomhusluft	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 80% RF	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 80% RF	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, 80% RF	$-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 80% RF
Fukthalt utomhusluft	3,0 g/kg luft	2,0 g/kg luft	1,3 g/kg luft	0,5 g/kg luft
Fukthalt i frånluft med fuktalstring 2,0 g/kg luft	5,0 g/kg luft	4,0 g/kg luft	3,3 g/kg luft	2,5 g/kg luft
Relativ luftfuktighet $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ frånluft	32,5 %RH	26,0 %RH	21,5 %RH	16,3 %RH
Frånluft dagtemperatur	$3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$

2022-06-17

10



Exempel på fuktalstring



RF Från

Fuktalstring

Utomhustemperatur

2022-06-17

11

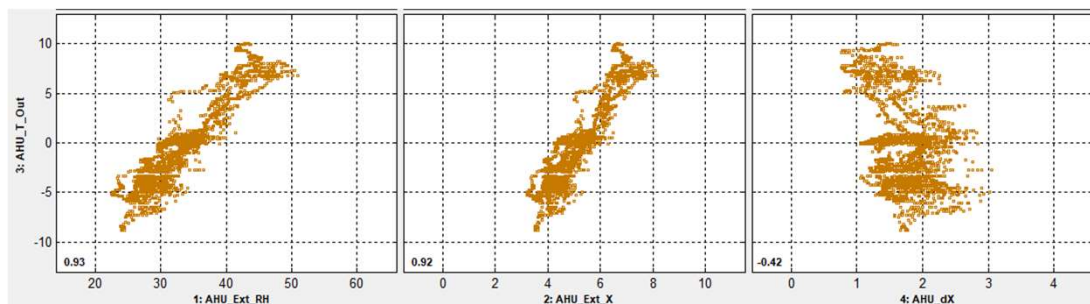


Exempel på fuktalstring

$RF_{Från}$ Vs Tute

Fuktinnehåll Frånluft vs Tute

Fuktalstring vs Tute



2022-06-17

12



Ett par vanliga avfrostningsfunktioner

Avfrostningsfunktioner

- Förvärmning av utomhusluften till $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ till $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ för att undvika frostning och behovet av avfrostning med bergvärme, fjärrvärme eller elvärme.
- Sektionsavfrostning som styrs av tryckfallet över frånluftssidan av värmeväxlaren. Vid avfrostning kan värmeåtervinningen halveras med ökat behov av uppvärmning.
- Sektionsavfrostning styrd av utomhustemperatur med ökat behov av uppvärmning, vilket kan kombineras med tilluftsflödesminskning, vilket ökar rumsuppvärmningen.
- Sektionsavfrostning styrd av utomhustemperatur och frånluftsrerativ luftfuktighet med ökat behov av uppvärmning, vilket kan kombineras med flödesminskning av tilluften, vilket ökar rumsuppvärmningen. Urluftsdagtemperatur beräknas och jämförs med värmeväxlarens platttemperatur för att kontrollera avfrostningen.

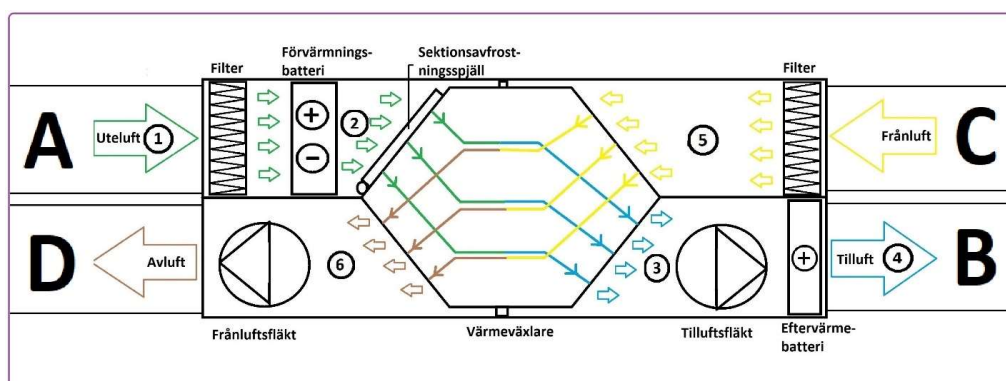
Vid mycket kallt klimat kan en kombination av förvärmning och sektionsavfrostning behövas

2022-06-17

13



Det är viktigt att ha kontroll på inkommande tillstånd på Uteluften "A" och Frånluften "C" samt önskat tillstånd på tilluften "B". Avluftens tillstånd "D" är kontroll av hur värmeåtervinningen fungerar.



2022-06-17

14

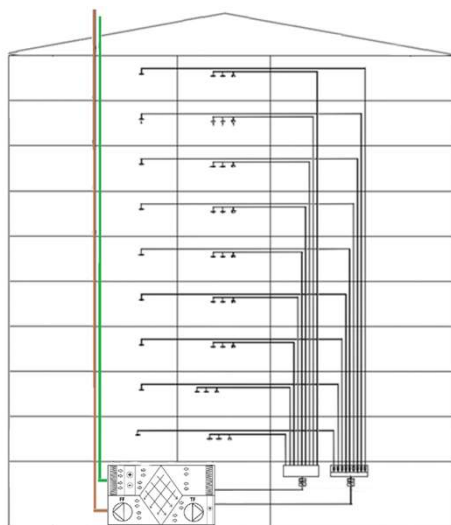


Indirekt värmebehov

- De indirekta värmebehoven beror på värmeförluster från/till ventilationskanaler (Ute, Av, Till, Från) samt värmebehov på grund av luftflödesobalanser i lägenheter etcetera, som ger inläckande uteluft vilken behöver värmas upp. För att minimera dessa behövs mycket goda förutsättningar att mäta och justera luftflödena med litet fel.
- De beror ofta på bristfällig injustering av ventilationen, men om luftflödesförändring är del av avfrostningsfunktion kan den ge ett bidrag.

2022-06-17

15



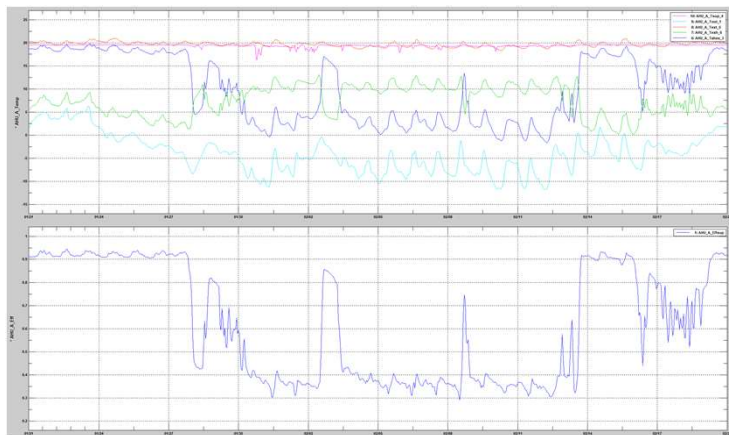
I energiberäkningar glöms oftast bort att ta hänsyn till värmeförlusterna från/till ute- och avluftskanaler som går genom byggnaden och har de kanalerna endast kondensisolering kan förlusterna vara runt $3 \text{ kWh/m}^2 \text{Atemp}$ och år beroende på flerbostadshusets förutsättningar och med isolering enligt BTI blir det runt $1 \text{ kWh/m}^2 \text{Atemp}$ och år. Räkna ut vad de blir för Er byggnad med dess förutsättningar.

2022-06-17

16



Hög frånluftsfukts påverkan på eftervärmebehovet när kallt ute



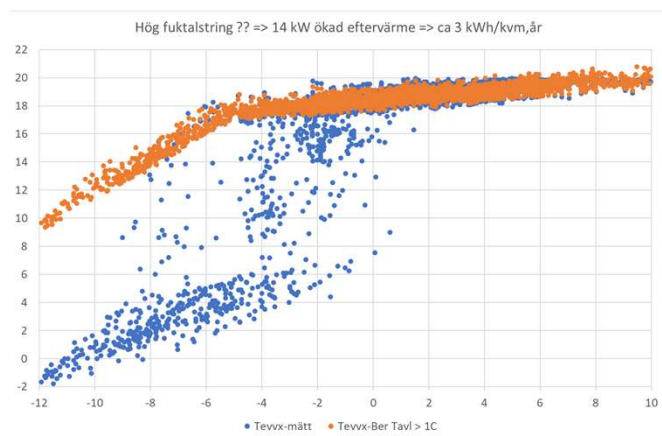
Problem med värmeåtervinningen jan/feb 2021.

Luftflödesbalans på 0,82 (vilket innebär ca +5 kWh/ m²Atemp och år, totalt för fbh.

Temperaturverkningsgraden på tilluftssidan var mellan 30 och 40 procent under en längre period, vilket är lågt.

2022-06-17

17



Ventilationsaggregatet är princip i konstant avfrostning under 2,5 veckor med mycket stort behov av eftervärme. Temperaturen efter värmeväxlaren är ca 12°C lägre temperatur en stor del av tiden och ett luftflöde på 1 kbm/s ger ca 14 kW större eftervärmebehov, vilket motsvarar ca 3 kWh/ m²Atemp och år. Detta extra effektbehov kan bidra till byggnadens dimensionerande värmeeffektbehov (abonnemangskostnad).

2022-06-17

18



Övriga utmaningar

- För att få "rätt" funktion är det viktigt att ventilationsaggregatet driftsätts korrekt
- Fläktel relativt enkelt att mäta ... SFP beror på dPint och dPext
- Eftervärmare: Komlicerat att ta fram korrekt eftervärmarenergi beror på luftflödesbalans, tilluftstemperatur, ...
- FrånluftsRF viktig för kondensering och avfrostning
- Behövs en ny typ av funktionsingångskörning och sedan Energioptimering av Bostads-FTX under vintern
- Frostvakt/ Frysskydd som kan stoppa ventilationen om GT81 blir för låg
Om fläkt i drift som skydd mot brandgasspridning så slås den funktionen ut
Möjliga orsaker underdimensionerad eftervärmare, för låga VS-flöden, för långa rör mellan shuntgrupp och eftervärmningsbatteri, vilka göra att temperaturen GT81 sjunker för mycket.
- Tryckgivare med drivande "0" ger avvikande luftflöden
- Känslighet för höga fukt mängder i VVX som gör att VVX "fastnar" i avfrostning
- Hur beter sig VVX vid en tillfälligt stor fuktlast? Kan vara intressant då fuktalstringen kan variera mycket över dygnet.

2022-06-17