



Energiförbrukning med F-, FX- eller FTX-ventilation i flerbostadshus

Torekov den 26 april 2021

Ralf Andersson

Provenco®

Utredning

Energiförbrukning i byggnader med F-, FX- eller FTX-ventilation

Innehåll

Bakgrund	2
Om oss – Provenco AB.....	2
Begreppsförklaringar	3
Studiens omfattning	3
Sammanfattning av utredningens resultat.....	4
Studerade byggnader med F-ventilation.....	4
Studerade byggnader med FX-ventilation	6
Studerade byggnader med FTX-ventilation.....	10
Kostnader för installation av aggregat och ventilation	15
Kostnader vid ombyggnation.....	15
Luftbalansen i lägenheterna	15
Tilluftsdon och maxflödesventil för F- eller FX-ventilation	17
Effekttillskott i radiatorer med tilluftsdon.....	17
Kontroll av luftkvaliteten	18
Kommentarer.....	18
Bilagor	20
Referenser.....	20

Bakgrund

Det har presenterats utredningar om energiförbrukningen vid installerad F-, FX- eller FTX-ventilation, liksom information om klimatpåverkande egenskaper i bostäder. I artiklar inom ventilationsbranschen har olika synpunkter och slutsatser framkommit.

Denna utredning tar sikte på den faktiska energiförbrukningen och byggnadernas ventilation och dess påverkan på inneklimatet.

Vi har utfört mätningar på plats, gjort teoretiska beräkningar och analyserat energideklarationer och OVK-rapporter för ett antal flerbostadshus. Genom detta har vi kunnat studera klimatskalet och fastställa energiförbrukningens fördelning med avseende på **uppvärmning (exklusive tappvarmvatten) och ventilation med F-, FX- eller FTX-ventilation.**

Vi har även studerat kostnaderna för ombyggnationer från F-ventilation till FX- eller FTX-ventilation.

Resultatet av utredningen kan klarlägga ventilations- och klimategenskaperna för de tre ventilationsprinciperna och vara till hjälp vid projektering av nya bostäder och ombyggnad av "miljonprogrammet".

Om oss – Provenco AB

Vi är i grunden ett forsknings- och utvecklingsbolag som specialiserat oss inom området partikelseparation – filtrering av små partiklar i samband med intag av friskluft i bostäder. Verksamheten startade på Ideon i Lund år 1988.

Vi har även en säljavdelning för Allergenfilter F7 (PM1) och F8 (PM1) som vi har tagit fram till F-, FX- och FTX-ventilation, och bedriver konsultverksamhet inom "Energiområdet". Bland annat har vi arbetat som konsulter till Camfil AB i Trosa och deltagit i tidigare SP:s framtagning av en testnorm för filter till F- och FX-ventilation.

Se Bilaga 2 för en kort presentation av Provenco AB.

Begreppsförklaringar

F-ventilation (frånluftsventilation)

Avser intag av luft till tilluftsdon bakom radiatorer alternativt till fönstermonterade ventiler.

Maximalt luftintag per don är 8–10 l/s.

I system med tilluftsdon bakom radiatören förvärms tilluften när den passerar radiatorns varma ytor. Luften får därmed ett effekttillskott. Vanligen får radiatören sitt energitillskott från ett fjärrvärmesystem.

Systemet med tilluft bakom radiatören gör det möjligt att reducera radiatorns fram- och returvattentemperaturer från de normala 65/55 °C till 55/45 °C, vilket leder till en lägre energiförbrukning. Lösningen kallas Lågtemperatursystem.

FX-ventilation (frånluftsventilation med värmepump)

Avser intag av luft till tilluftsdon bakom radiatorer alternativt till fönstermonterade ventiler samt en värmepump inkopplad på frånluften (frånluft/vatten).

Maximalt luftintag per don är 8–10 l/s.

FTX-ventilation (från- och tilluftsventilation)

Ett system med från- och tilluftsfläktar samt en motströmsvärmeväxlare – ett FTX-aggregat – i varje lägenhets spiskåpa alternativt ett centralt placerat aggregat på vindsplanet.

Avluftningstemperatur

Avser temperaturen på frånluften som lämnar byggnaden.

Med F-ventilation: +20–22°C

Med värmepump av typ generation 2: +2 °C

Med Värmepump av typ generation 2 med värmeväxlare: +7–10°C

Med värmepump av typ generation 1: +6–10°C

På grund av variationer i dokumentationen för resp. byggnad med FTX-ventilation har avluftningstemperaturen ej angivits.

Utredningens omfattning

Utredningen omfattar studie av energiförbrukningen och klimatpåverkan i flerbostadshus med F-, FX- eller FTX-ventilation i Helsingborg, Ängelholm, Båstad, Jönköping, Kalmar och Malmö, totalt 7 byggnader med F-ventilation, 7 med FX-ventilation och 8 med FTX-ventilation.

Uppmätta och beräknade värden summeras i Bilaga 1.

Sammanfattning av utredningens resultat

Jämförelser av energiförbrukningen med FX-ventilation (värmepump) och FTX-ventilation (värmeväxlare) visar på en lägre energiförbrukning med FX-ventilation med värmepump av typ generation 2. Ombyggnader som "miljonprogrammen" kan också ske till en väsentligt lägre investering med FX-ventilation jämfört med FTX-ventilation. Genom användning av ett Lågtemperatursystem reduceras energiförbrukningen under höst- och vinterperioden och fjärrvärmebehovet minskar.

Mätresultaten och analyserna visar på 60–70 % lägre energiförbrukning med FX-ventilation och 40–50 % reduktion med FTX-ventilation vid ombyggnad från F-ventilation. Boverkets införande av Viktningsfaktorer för El och Fjärrvärme medför att skillnaden blir mindre med dessa faktorer. Enligt utredningen är den **verkliga totala energiförbrukningen** lägre med FX-ventilation även om elförbrukningen ökar.

Studerade byggnader med F-ventilation

För fler detaljer, se tabeller i bilaga 1.

Byggnader 1–6 (Helsingborgshem se Bilaga 7)

Byggnader 1–6 har vardera 16 lägenheter. Varje byggnad har ett trapphus och en frånluftsfläkt placerad på vindsplanet.

Byggnad 1, 3 och 5 har vardera en bostadsyta om 1459 m² och samma utförande.

Byggnad 2, 4 och 6 har vardera en bostadsyta om 1826 m² och samma utförande.

Nybyggnadsår: 2001.

Samtliga byggnader är försedda med Lågtemperatursystem med tilluft bakom radiatorerna.

Energideklaration: Förbrukning år 2018 (fjärrvärmeförbrukningen i byggnaderna anges som "fördelad").

Avluftningstemperatur: 20–22 °C

Byggnad 10 (Helsingborgshem se Bilaga 7)

Byggnad 10 har 3 trapphus, 8 våningsplan och 33 lägenheter.

Nybyggnadsår: 1998

Byggnaden är försedd med Lågtemperatursystem med tilluft bakom radiatorerna och filter F7

Energideklaration: Förbrukning år 2007

Avluftningstemperatur: 20–22 °C

Uppvärmning och ventilation av byggnader 1–6 och 10

Lägenheterna är kopplade till en gemensam frånluftsfläkt placerad på vindsplanet.

De bostäder som har F-ventilation uppvärms med enbart radiatorer, varav de flesta är försedda med filter F7 och drar in ventilationsluft via tilluftsdon bakom radiatorn.

Antalet tilluftsdon per lägenhet beror på yta och rumsfördelning. Se bilaga 3.

Energiuppgifterna i tabellen nedan är inte normalårskorrigerade. Uppgifterna för uppvärmning och fjärrvärmeförbrukning är kontrollerade med fastighetsägarens egna uppföljningssystem över ett antal år, varvid ett medelvärde stämmer väl överens med 2018 års förbrukning för byggnader 1–6 och 10.

Byggnad	Uppvärmning/ fjärrvärme (kWh/år) inkl. klimatskal	Frånluftsfläkt (kWh/år)	Total lägenhets- yta (m ²)	Energiförbrukning per m ² och år (kWh)
1 och 3	81 051	2 874	1 459	58
2 och 4	101 399	2 874	1 826	57
5	61 366	2 874	1 459	44
6	76 819	2 874	1 826	44
10	260 054	24 528	3 365	84

Studerade byggnader med FX-ventilation

Byggnad 7 (Helsingborgshem)

Byggnad 7 avser egentligen tre byggnader med en gemensam central och totalt 106 lägenheter fördelade på 9 trapphus och 7 våningsplan.

Total bostadsyta (m ²)	8 784
Nybyggnadsår	2008
Energideklaration Förbrukning	2010
Avluftningstemperatur (°C)	+6-10

Lägenheterna är anslutna till fjärrvärme för uppvärmning samt en gemensam värmepump (frånluft/vatten) generation 1 som även producerar en del av tappvarmvattnet.

Byggnaderna är försedda med Lågtemperatursystem med intag av tilluft bakom radiatorerna och filter F7.

Energibesparande åtgärder utfördes 2018, vilket sänkte energiförbrukningen från 54 till 49 kWh per m² och år.

	Uppvärmning/ fjärrvärme inkl. värmepump-el och klimatskal, exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Frånluftsfläkt (kWh/år)	Total el- förbrukning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
Före ombyggnation	422 902	49 757	16	54
Efter ombyggnation (beräknade värden)	381 355	49 757	14	49

Byggnad 11 (BRF Dragörkajen i Malmö)

Byggnad 11 har 5 trapphus med 6 våningsplan och 84 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	9 159
Nybyggnadsår	2015
Energideklaration Förbrukning	2018
Avluftningstemperatur (°C)	7–10
Radiatorns fram- och returvattentemperaturer (°C)	55/45

Lägenheterna värms upp med hjälp av två värmepumpar av typ generation 2 (IVT) (frånluft/vatten) med värmeväxlare som också står för del av varmvattenberedningen. Systemet för värmeåtervinning från frånluften består av värmeväxlare med propylenglykol som köldmedium mellan värmeväxlaren och värmepumparna.

Tidvis under året regleras radiatorernas fram- och returvarmvattentemperaturer, som då kan vara lägre.

Lägenheterna är försedda med tilluft bakom radiatorerna och filter F7 (PM1)

Varje lägenhet har sensorer för mätning av innetemperatur och fukthalt, kopplade till en central för energi- och komfortoptimering. Systemet är uppkopplat till SMHI med prognosstyrning, vilket medför att den förhållandevis tröga temperaturstyrningen för framvatten till radiatorerna kan påbörjas i god tid inför exempelvis höga vindhastigheter och lägre temperaturer. Radiatorernas temperaturer höjs eller sänks ett dygn innan en väntad väderförändring. Detta styrsystem har sänkt energikostnaderna från 400 000 kr/år (2016) till 140 000 kr/år (2019).

En artikel i Svensk Byggtidning presenterade dessa bostäder i mars 2020. Se Bilaga 4.

Uppvärmning/ fjärrvärme inkl. värmepump-el och klimatskal, exkl. tappvarmvattenenergi (kWh/år)	Frånluftsfläkt (kWh/år)	Total el-förbrukning per m ² och år (kWh)	Energiförbrukning per m ² och år (2018) (kWh)
203238	52 560	11	28

Byggnad 12

Byggnad 12 har 1 trapphus, 4 våningsplan och 16 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 459
Nybyggnadsår	-
Energideklaration Förbrukning	-
Avluftningstemperatur (°C)	+2
Radiatorns fram- och returvattentemperaturer (°C)	55/45

Byggnad 12 är utrustad med frånluftaggregat med integrerad värmepump av typ generation 2 (EcoHeater). Beräknad energiförbrukning presenteras nedan. Jämför med Byggnad 1 som har samma bostadsyta.

Uppvärmningsbehov inkl. klimatskal exkl. tappvarmvattenenergi (kWh/år)	Tillskott från fjärrvärme (kWh/år)	Frånluftsfläkt (kWh/år)	Värmepump-el (kWh/år)	Total elförbrukning per m ² och år (kWh)	Återvunnen energi från värmepump (kWh/år)	Energiförbrukning per m ² och år (kWh)
81 097	2 616	2 554	20 217	15.6	58 664	17

Byggnad 13 (Riksbyggen i Helsingborg)

Byggnad 13 har 2 trapphus, 4 våningsplan och 32 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	2 900
Nybyggnadsår	2008
Energideklaration Förbrukning	2011
Avluftningstemperatur (°C)	+2
Radiatorns fram- och returvattentemperaturer (°C)	55/45

Byggnad 13 är utrustad med frånluftaggregat med integrerad värmepump av typ generation 2 (EcoHeater). Byggnaden är försedd med spaltventiler med filter i fönsterkarmen.

Beräknad energiförbrukning presenteras nedan.

Uppvärmningsbehov inkl. klimatskal exkl. tappvarmvattenenergi (kWh/år)	Tillskott från fjärrvärme (kWh/år)	Frånluftsfläkt (kWh/år)	Värmepump el (kWh/år)	Total elförbrukning per m ² och år (kWh)	Energiförbrukning per m ² och år (kWh)
159 000	6 000	5 300	41 250	16	18

Byggnad 14

Byggnad 14 har 2 trapphus, 4 våningsplan och 30 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	2 800
Nybyggnadsår	-
Energideklaration Förbrukning	-
Avluftningstemperatur (°C)	+2
Radiatorns fram- och returvattentemperaturer (°C)	55/45

Byggnad 14 är utrustad med frånluftaggregat med integrerad värmepump av typ generation 2 (EcoHeater).

För kontroll av beräkningsprogram "Beräknad energiförbrukning för frånluftssystem med värmepump" har värden för Byggnad 15 använts. Beräknat resultat presenteras nedan.

Uppvärmnings- behov inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten- energi (kWh/år)	Tillskott från fjärrvärme (kWh/år)	Frånlufts- fläkt (kWh/år)	Värme- pump el (kWh/år)	Total el- förbrukning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
15 2100	4 655	4 914	35 220	14	16

Byggnad 16 (BRF Hyllie i Malmö)

Byggnad 16 har 7 trapphus, 5 våningsplan och 139 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	11 989
Nybyggnadsår	2019
Energideklaration Förbrukning	2020
Avluftningstemperatur (°C)	+4-6°C

Byggnad 16 är utrustad med värmepump (frånluft/vatten) av typ generation 2 och tilluft bakom radiatorerna och filter F7.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Frånlufts- fläkt (kWh/år)	Värme- pump el (kWh/år)	Total el- förbrukning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
272595	53 000	106 387	13	36

Byggnad 22 (Vätterhem i Jönköping)

Byggnad 22 har 2 trapphus, 3 våningsplan och 18 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 636
Nybyggnadsår	1966
Renoveringsår	2012
Energideklaration Förbrukning	2014
Avluftningstemperatur (°C)	+6–10

Byggnad 22 är utrustad med värmepump (frånluft/vatten) av typ generation 1.

Lägenheterna har luftintag via spaltventiler i fönsterkarmarna.

Uppvärmnings- behov inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott från fjärrvärme (kWh/år)	Frånlufts- fläkt el (kWh/år)	Värme- pump el (kWh/år)	Total el- förbrukning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
175 000	40 640	3 000	11 770	9	34

Studerade byggnader med FTX-ventilation

Byggnad 8 (Helsingborgshem)

Byggnad 8 har 1 trapphus med 6 våningsplan och 20 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 661
Nybyggnadsår	2008
Energideklaration Förbrukning	2010

Byggnad 8 är utrustad med fläktar (RDKG-aggregat) för till- och frånluft. I varje lägenhet finns motströmsvärmväxlare i spiskåpan. Lägenheterna är även utrustade med radiatorer.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från elbatteri i till- och frånluft- aggregaten (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
78 560	6 000	22 075	17	64

Byggnad 9 (Helsingborgshem)

Byggnad 9 har 1 trapphus med 6 våningsplan och 20 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 729
Nybyggnadsår	2008
Energideklaration Förbrukning	2010

Byggnad 9 är utrustad med fläktar (RDKG-aggregat) för till- och frånluft. I varje lägenhet finns motströmsvärmeväxlare i spiskåpan. De är även utrustade med radiatorer som uppvärms med fjärrvärme.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från elbatteri i till- och frånlufts- aggregaten (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
83193	6 500	22 075	16	65

Byggnad 15 (Riksbyggen i Helsingborg)

Byggnad 15 har 2 trapphus med 5 våningsplan och 30 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	2 800
Nybyggnadsår	2010
Energideklaration Förbrukning	2012

Byggnad 15 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerade på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Lägenheterna är även utrustade med radiatorer som uppvärms med fjärrvärme.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från fjärrvärme (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
91152	8 966	17 520	6	42

Byggnad 17 (Helsingborgshem)

Byggnad 17 har 2 trapphus, 5 våningsplan och 30 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	2 638
Nybyggnadsår	1974
Renoveringsår	2012
Energideklaration Förbrukning	2017

Byggnad 17 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerat på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från fjärrvärme (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
130 804	15 000	23 827	9	64

Byggnad 18 (Helsingborgshem)

Byggnad 18 har 2 trapphus, 7 våningsplan och 42 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	3 518
Nybyggnadsår	1974
Renoveringsår	2012
Energideklaration Förbrukning	2017

Byggnad 18 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerat på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från fjärrvärme (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
176 042	18 400	27 331	8	63

Byggnad 19 (Helsingborgshem)

Byggnad 19 har 2 trapphus, 3 våningsplan och 18 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 730
Nybyggnadsår	1974
Renoveringsår	2012
Energideklaration Förbrukning	2017

Byggnad 19 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerat på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från fjärrvärme (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
82 218	13 400	15 418	9	64

Byggnad 20 (BRF i Ängelholm)

Byggnad 20 har 1 trapphus, 8 våningsplan och 25 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	2 219
Nybyggnadsår	2017
Energideklaration Förbrukning	2018

Byggnad 20 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerat på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, normalt från fjärrvärme (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
67 968	7 500	15 000	7	41

Byggnad 21 (BRF i Båstad)

Byggnad 21 har 1 trapphus, 4 våningsplan och 15 lägenheter.

Total bostadsyta (m ²)	1 600
Nybyggnadsår	2018
Energideklaration Förbrukning	2019

Byggnad 21 är utrustad med fläktar för till- och frånluft (FTX-aggregat), placerat på vindsplanet. Aggregatet återvinner energi från lägenheternas frånluft och använder den till uppvärmning av inkommande luft.

Uppvärmning Fjärrvärme inkl. klimatskal exkl. tappvarmvatten (kWh/år)	Tillskott, Direktverk. el (kWh/år)	Till- och frånlufts- fläktar (kWh/år)	Total elförbruk- ning per m ² och år (kWh)	Energi- förbrukning per m ² och år (kWh)
48491	5600	10162	10	40

Kostnader för installation av aggregat och ventilation

Vid nybyggnation

Vid nybyggnation är kostnaden för FTX-ventilation med tillhörande kanalsystem 20 000–30 000 kronor mer per lägenhet än för FX-ventilation.

I en av de större bostadsrättsföreningarna som ingår i studien, bestående av 84 lägenheter, gjordes en kostnadsberäkning till 20 miljoner kronor för en övergång från F-ventilation till FTX-ventilation. Kravet var att bostäderna inte skulle ha utanpåliggande tilluftskanaler.

Det pågår en utvärdering vad gäller ventilationskanaler monterade på fasader med utanpåliggande isolering.

I dag sker all installation av FX-ventilation med värmepump på frånluften. I vissa fall kompletteras systemet även med solfångare, solcellsystem och bergvärme. Installation av solceller medför en elproduktion som i många fall täcker delar av eller hela byggnadens elbehov.

Kostnader vid ombyggnation

Kostnaden för filter är cirka 3-4kr/m² högre per år till FX-ventilation än till FTX-ventilation.

I samarbete med VVS-konsulter och byggföretag har vi studerat kostnaderna för renoveringsprojekt med övergång från F- till FX-ventilation och från F- till FTX-ventilation. Resultatet sammanfattas nedan.

Ombyggnad från F- till FX-ventilation

30 lägenheter om totalt 2 700 m²

Kostnad för aggregat: 200 000 kr (TV-produkt, EcoHeater, en nyutvecklad integrerad värmepump)

Installationskostnad: 900 000 kr med befintliga kanaler för frånluft och varmvatten.

Ombyggnad från F- till FTX-ventilation

30 lägenheter om totalt 2 700 m²

Kostnaden för relining av murade frånluftkanaler varierar med hänsyn till antal lägenheter. Det kan dock uppskattas till 60 000–80 000 kr per lägenhet för enbart ventilationsarbetet.

Kostnad för aggregat: 200 000 kr.

Installationskostnad: 2 300 000 kr, exklusive kostnader för eventuell utflyttning under renoveringsarbetet.

Luftbalansen i lägenheterna

Injustering av luftbalansen i lägenheterna som ingår i studien har gjorts av "injusterare" med lång erfarenhet. Vid jämförelser mellan injustering av FX- och FTX-ventilation konstaterades

en svårighet att bibehålla ett lågt differenstryck (skillnaden mellan tilluftens och frånluftens tryck) med FTX-ventilation.

Undertryck uppmättes i ett flertal lägenheter i några byggnader med FTX-ventilation medan övertryck uppmättes i en av byggnaderna. Undertryck i byggnader med FTX-system beror troligen på igensatta filter för tilluften. Enligt besiktningsmän för OVK är det relativt vanligt även när aggregaten är försedda med tryckvakter.

Vid motsvarande kontroller i lägenheter med F- och FX-ventilation uppmättes undertryck, vilket är normalt för dessa ventilationsmetoder.

Nipplar monterades före och efter filtret i tilluftsdonet i några av de FX-ventilerade lägenheterna med undertryck, för att använda filtren som mätflänsar. Tilluftflödet per don uppmättes då till 7–8 l/s.

I några byggnader med F- och FX-ventilation var sovrummen försedda med tryckutjämnande urtag i innerväggen ovanför dörren. Några byggnader var försedda med en luftspalt mellan dörrens underkant och golvtröskeln. Vi utförde ett praktiskt experiment för att se om luftbalansen rubbas i en sådan lägenhet om exempelvis sovrumsfönstret öppnas. Det visade sig att tilluften då reduceras kraftigt i lägenhetens övriga luftintag. Vilket var väntat.

Om avsikten med att öppna fönstret är att snabbt få till en luftväxling, sker det under en kort tid och upplevs inte som ett problem.

Samma prov med fönsteröppning gjordes i lägenheter med FTX-ventilation, varvid luftbalansen förändrades även här men i mindre omfattning.

Tilluftsdon och maxflödesventil för F- eller FX-ventilation

Vårt intresse för att utnyttja radiatorer för uppvärmning av tilluften till bostäder startade redan 1992 i ett samarbete/uppdrag från SABO i Stockholm och Sigarth AB (tillverkare av tilluftsdon). Det är en energibesparingsteknik som behandlats bristfälligt i debatten.

Under lång tid har vi studerat olika tekniker för att ta fram ett hållbart system med maximerad tilluftsvolym till bostäder med F- eller FX-ventilation och tilluftsdon placerade bakom radiatorerna.

Med hjälp av en maxflödesventil med lågt tryckfall placerad bakom radiatorn har vi kunnat eliminera "kallras" vid höga lufthastigheter till donet och samtidigt maximera tilluftsflödet. Ventilerna har nu varit i drift i sex år och kontrolleras årligen.

Tilluftsdonen i dessa byggnader är av fabrikatet Sigarth AB och benämns VENTPLUS (Byggnader 1–6, 10–14 och 23) respektive av fabrikatet Acticons och benämns Easy-Vent (Byggnad 7). De är utrustade med filter av klass F7 (EN779:2012), PM1 (ISO16890).

I Byggnad 10, utrustad med F-ventilation, har vi kontrollerat maxflödesventilerna vid hög vindhastighet mot fasaderna. Kontrollerna har gjorts varje år sedan 2015. Vi har inte kunnat uppmäta något "kallras". Se Bilaga 5.

Övriga F- och FX-ventilerade byggnader som ingår i studien har luftintag i spaltventiler placerade i fönsterkarmarna.

I några byggnader med tilluftsventiler i fönsterkarmarna konstaterades låga temperaturer (+12 °C) i området kring dessa karmar då utetemperaturen uppmättes till + 6 °C.

Effektillskott i radiatorer med tilluftsdon

I byggnad 10 infördes år 2015 nya tilluftsdon med filter F7 (PM1) i en av lägenheterna längst fram, ut mot havet. Den har fönster i söder, väster och norr och var försedd med 9 radiatorer, varav 6 hade tilluftsdon av äldre modell. Se Bilaga 3.

Samtidigt monterades maxflödesventiler i vägggenomföringarna till alla tilluftsdon.

Inför montaget av tilluftsdonen beräknades lägenhetens energibehov. Boytan är 131 m² och radiatorns fram- och returvattentemperaturer var 55/45 °C. Effektillskottet till tilluften vid passage genom radiatorerna var 1 276 W. Med radiatorernas grundeffekt, 4 854 W, innebar detta ett totalt effektbehov om 6 130 W för att erhålla +22 °C i lägenheten vid en lägsta utetemperatur om -14 °C.

Maxflödesventilen är instuderad till maximalt 10 l/s och kontrolleras varje år. Vid lufthastigheten 12 m/s (SMHI) mot fasaden indikerades ett tilluftflöde om 8–10 l/s. Tilluftens temperatur uppmättes till +22 °C och utetemperaturen + 8 °C. Framledningstemperaturen på radiatorvattnet noterades ej.

Kontroll av luftkvaliteten

Kontroll av luftkvaliteten har gjorts i ett antal byggnaders lägenheter för att jämföra konventionella ventilationssystem baserade på påsfilter (590 x 590 x 600/400 mm) och ventilationssystem baserat på tilluft i anslutning till radiatorerna med filterkvalitet F7 (PM1).

Kontrollerna, inklusive partikelmätningar i rum som vetter mot trafikerade gator, påvisade ingen skillnad i luftkvaliteten jämfört med tilluften i rum som ej vetter mot trafikerade gator i bostäderna med F- och FX-ventilation.

Vid kontroll av luftkvaliteten med FTX-ventilation konstaterades däremot en högre partikelkoncentration i tilluften i ett stort antal lägenheter. Detta torde bero på för lång drifttid i kombination med att laddningen i filternas plastfibrer avtar efterhand. Temperaturen på tilluften efter FTX-aggregatet på vindsplanet och på tilluften i de nedre lägenheterna skilde sig med 1–2 °C.

Filterkvaliteten F7 (PM1) för tilluftsdon har funnits på marknaden sedan 1988. Drifttiden är normalt 12 månader i stadsmiljö och 18 månader i mindre utsatta lägen. Bilaga 6 presenterar exempel på mätresultat för dessa filter i kombination med tilluftsdon bakom radiatorer.

Kommentarer

Resultatet från studien visar på en väsentligt lägre energiförbrukning med FX-ventilation med värmepump generation 2 jämfört med FTX-ventilation för temperering av **klimatskalet** och **ventilationsluften** även om elförbrukningen ökar med värmepump. Värmepumpen kan även användas för tillverkning av tappvarmvatten men ingår ej i utredningen.

Studien har också visat på en lägre installationskostnad för FX-ventilation jämfört med FTX-ventilation.

Studier har visat att det är en bra metod att låta tilluften passera genom radiatorns varma ytor, då det ger ett bra energitillskott och reducerar värmebehovet i fram- och returvattnet till radiatorerna, vilket även ger ett lägre fjärrvärmebehov.

Genom införandet av en maxflödesventil med lågt tryckfall i väggenomföringarna för F- och FX-ventilation, har en bättre luftbalans kunnat påvisas och "kallras" eliminerats vid höga lufthastigheter mot fasaden.

Energiförbrukningen för värme och ventilation jämfördes mellan byggnader med F-ventilation och avluftningstemperatur +22 °C och byggnader med FX-ventilation och värmepump på frånluften med avluftningstemperatur +2 °C. Resultatet påvisar en energireduktion med 60–70 % vid installerad värmepump av typ generation 2.

En motsvarande analys av FTX-ventilation jämfört med F-ventilation påvisar en energireduktion med 40–50 %.

I studien framkom att en byggnad med F-ventilation, byggnad 10, har anmärkningsvärt hög energiförbrukning. Det torde bero på byggnadernas klimatskal, läge och utsatthet.

Anledningen till de förhållandevis höga energiförbrukningarna för några av byggnaderna med FX- och FTX-ventilation torde också bero på klimatskalet. Detta understryker behovet av välisolerade fasader och kontrollerad ventilation.

Utredningen visar också att välisolerade nya byggnader med F-ventilation kan ha en förhållandevis låg energiförbrukning (Byggnad 1–6).

Genom införandet av en värmepump i frånluftssystemet (frånluft/vatten) erhålles egenskaper som ger FX-ventilation fördelar vid valet av system t.ex. inför renovering av "miljonprogrammet" eller nybyggnation. Nya trådlösa styrsystem och sensorer i varje lägenhet för optimering av framvattentemperaturen ger dessutom möjlighet att **optimera boendeklimatet**. Införandet av Viktningsfaktorer för el – och fjärrvärmeförbrukningen i en ny deklaration är en långsiktig inriktning för att minimera elförbrukningen samtidigt som den **total energiförbrukning skall minimeras**.

FX-ventilation med tilluft i anslutning till radiatorer ger en kontrollerad luftväxling med värmetillskott. I OVK bör filtren i tilluftsdonet kontrolleras.

FTX-ventilation har påvisat förändringar i luftbalansen mellan till- och frånluften, vilket medför övertryck i bostäderna och påverkan på inneklimatet.

Då det kommer att införas högre krav på energibesparingar i Boverkets långsiktiga energideklarationer för en hållbar fossilfri miljö, är det viktigt att energikällorna för tillverkning av fjärrvärmes även tas upp i den totala översynen i Energideklarationen.

Genom införande av solceller kan en stor del av elförbrukningen reduceras. Utvecklingen av energibesparande tekniker och värmeväxlare på avloppsvattnet kommer att möjliggöra ytterligare reduceringar av energiförbrukningen.

En riskfaktor som uppstått det senaste året – coronavirusets spridning i dåligt ventilerade utrymmen – visar på behovet av ett väl fungerande ventilationssystem för säker luftväxling. Detta fordrar korta "luftvägar" från intag av friskluft till frånluftsuttag, vilket skapas med hjälp av undertryck.

Bilagor

1. Energiförbrukning sammanställning
2. Presentation av Provenco AB
3. Effekttillskott
4. BRF Dragörkajen i Malmö
5. Maxflödesventil till tilluftsdon
6. Filterkontroll
7. Byggnader

Referenser

Christer Harrysson "Risker med luftvärme och FT-ventilation"

Artikel i bygg o teknik 5/11

Jonn Are Myhren "Lågtemperatursystem och deras effekt på inneklimatet"

Artikel i teknik och forskning

"Jämförelse av FX- och FTX-system för ventilation av flerbostadshus"

Artikel i Svensk Ventilation 2018-04-23

SABO "Energiförbrukning i nybyggda flerbostadshus" 2006

Torekov den 26 april 2021

Ralf Andersson

Provenco AB, Torekov

<https://www.provenco.se/>

Drifttid 8760h/år

[illegible]

Presentation av Provenco AB

Provenco, ett avknopningsföretag från Ideon i Lund, är i grunden ett forsknings- och utvecklingsföretag inom området partikelseparation som drivit sin verksamhet i anslutning till Lunds universitetsfilial i Helsingborg.

Sedan år 2000 är vi också ett säljföretag av egna filter som tillverkas av ett väletablerat företag i filterbranschen.

Vid Lunds universitetsfilial i Helsingborg har vi hållit kurser inom området partikelseparation och renrum, med industriföretag som exempelvis Ericsson, Pharmacia, Haldex och de flesta av filtertillverkarna som frekventa deltagare.

Vi utför också valideringsarbete för renrum inom läkemedels- och elektronikindustrin och deltar nu i tre projekt, intressanta med hänsyn till luftburna partiklars påverkan på vår inomhusmiljö:

- Mätningar på atmosfärsluft m.a.p partikelinnehåll och härledning till förekomsten av dieseldavgaser
- Frånluftsystem i äldre och nya byggnader
- Pollen/allergenseparation i tilluftsaggregat med hjälp av polymera fibrer (där vi simulerar allergenkoncentrationens påverkan på luftens fuktinnehåll i vår ASHRAE-anläggning genom att tillföra inköpta speciella pollenkorn i en ren bakgrundsluft, där vi kan öka fuktinnehållet under kontrollerade former. Tidigare mätningar har visat att fukthalten har stor betydelse).

Tidigare uppdrag

Vi har analyserat och tagit fram nya fiberkoncept för partikelseparation i samband med luftintag till fordonskupéer till Volvo och SAAB.

Vi har också tagit fram fiberkoncept för partikelseparation i samband med luftintag bakom radiatorer för Sigarth, Acticon, Thermopanel, Epecon och Freshs tilluftsdon samt filter till FTX-aggregat.

Vi har under ett antal år även arbetat som konsulter inom området energieffektivisering och rådgivare inom gasadsorption och filtrering av partiklar i luft, med filtertillverkare i Sverige, Tyskland, Frankrike och USA som kunder.

Provenco har också levererat mätutrustning för mätningar enligt EN779 och Eurovent 4/9, samt deltagit i den kommitté som under 1990-talet startades för att ta fram Statens Provningsanstalts mätnorm för filter till tilluftsdon i anslutning till radiatorer.

Referenser – valideringsarbeten

- GE
- Allergon
- QPharma
- McNiel AB
- Halmstads lasarett (länssjukhus)
- Helsingborgs lasarett
- Karlshamns oljeraffeneri
- Magle Pharma Production
- Cernelle

Bilaga 3

Effekttillskott för tilluftsdon i anslutning till radiatorer

När tilluften flödar över radiatorns varma ytor erhåller den effekttillskott i form av värme, då konvektionen höjer dess värmeövergångstal. Det medför att energibesparingar kan göras på vattnet till byggnadens radiatorer.

Låt oss ta ett fall i Helsingborg år 2015 som exempel, en lägenhet med 3 sovrum + vardagsrum, totalt 131 m², med gamla och dåligt fungerande tilluftsdon.

De boende hade problem med för låg temperatur i vardagsrummet och ett av sovrummen.

Effektunderskottet i vardagsrummet var 1245 W och det totala effektbehovet 5895 W om innetemperaturen skulle hålla 22 °C.

Vi ersatte de gamla tilluftsdonen i vardagsrummet och i sovrum 2 med nya don, som gav ett effekttillskott om 235 W och gjorde att önskad temperatur kunde hållas i hela lägenheten.

Till/frånvattentemperaturer för radiatorerna: 55/45 °C

- Utetemperatur: -14 °C
- Innetemperatur: +22 °C

I samband med ovan nämnda arbete monterades maxflödesventiler med låga tryckfall i väggenomföringarna bakom radiatorerna i vardagsrummet och i sovrum 2. Ventilerna beskrivs närmare i Bilaga 5. Blå markeringar i tabellen på nästa sida visar mätvärdena före installationen av nya tilluftsdon och gröna markeringar visar värdena efter installationen.

Effekttillskott för tilluftsdon i anslutning till radiatorer

Till/frånvattentemperaturer för radiatorerna: 55/45 °C

Innetemperatur: +22 °C

Utetemperatur: -14 °C

Bostaden					Radiatorer med gamla tilluftsdon						
Rum	m ²	W/m ²	Effekt-behov	l/s	Typ	Dimensioner	Watt	Effekt-ökning	Inblås-nings-temp.	Total effekt	Differens (behov, tillgång)
Sovrum 1	16,2	45	729	8	22	300 x 1400	619	204	24,5	823	94
Sovrum 2	8,5	45	383	8	11	300 x 800	203	134	12,0	337	157
					11	300 x 800	203			203	
Sovrum 3	11,8	45	531	8	21	400 x 800	345	220	25,0	565	34
Vardags-rum, mat-plats, badrum	94,5	45	4253	10	11	300 x 1800	456	171	11,0	627	-1245
					11	300 x 1400	355	171	11,0	526	
					11	301 x 1400	355	171	11,0	526	
					11	302 x 1400	355			355	
					11	303 x 1400	355			355	
					22	304 x 1400	619			619	
Summa	131		5896				3865	1071		4936	-960

Bostaden					Radiatorer med nya tilluftsdon						
Rum	m ²	W/m ²	Effekt-behov	l/s	Typ	Dimensioner	Watt	Effekt-ökning	Inblås-nings-temp.	Total effekt	Differens (behov, tillgång)
Sovrum 1	16,2	45	729	8	22	300 x 1400	619	204	24,5	823	94
Sovrum 2	8,5	45	383	8	21	300 x 800	275	189	22	464	81
					-	-	-	-	-		
Sovrum 3	11,8	45	531	8	21	400 x 800	345	220	25,0	565	34
Vardags-rum, mat-plats, badrum	94,5	45	4253	10	22	300 x 1800	796	221	20,5	1017	25
					22	300 x 1400	619	221	20,5	840	
					22	301 x 1400	619	221	20,5	840	
					21	302 x 1400	481			481	
					21	303 x 1400	481			481	
					22	304 x 1400	619			619	
Summa	131		5896				4854	1276		6130	234

Bilaga 4

BRF Dragörkajen

Sensorer i varje lägenhet gav önskad effekt

Av jmhogberg | torsdag 27 februari 2020 kl. 14:33



- Sedan vi satte in sensorer i varje lägenhet har vi fått full koll på vår fastighet och dess inomhusklimat i tillägg till en minskad energianvändning och en bättre komfort i våra lägenheter. Ett enkelt sätt för en bostadsrättsförening att digitalisera med stort kundvärde till en liten peng. Det säger Michael Rydnemalm som är vice ordförande i Brf Dragörkajen i Malmö.

Föreningen ligger i bästa läge intill Limhamns fiskehamn i Malmö med utsikt mot Öresund. Innan Öresundsbron byggdes gick färjetrafiken mellan Limhamn och Dragör alldeles i närheten.

Brf Dragörkajen består av totalt 84 bostadsrätter om 2 till 5 rum och kök. Huvudbyggnaden är ett 100 meter långt hus i 6 våningar. Dessutom finns fem parhus som ligger allra närmast kajkanten.

Föreningens bostäder stod inflyttningsklara 2015 och byggherre var JM. I grundpaketet ingick att JM installerade Egain Edge för energi- och komfortoptimering där antalet sensorer inledningsvis var begränsat till ett par referensgivare som placerades ut strategiskt runt om i fastigheten.

– Vi märkte snart att vi behövde mer information. Vi ligger väldigt nära havet och har vindar från olika håll som gör att temperaturens påverkan varierar kraftigt förklarar Michael Rydnemalm. Ganska snart togs därför beslut om att installera sensorer i varje lägenhet, som mäter temperatur och fuktighet i lägenheterna. Michael Rydnemalm, som har lång erfarenhet från Automationsbranschen, var själv med och gjorde installationerna som var väldigt enkel.

– Vi ville få bättre koll och valde därför att sätta trådlösa sensorer i hallen i samtliga lägenheter så att alla lägenheter ges så lika förutsättningar som möjligt. Det är väldigt lätt att förstå och tolka systemet, som med en interaktiv illustration visar innetemperaturen i lägenheterna. Med blått för kallt, grönt för normalt och rött för varmt, vilket gör det väldigt lätt att felsöka för att hitta eventuella brister eller fel i fastigheten, säger Michael Rydnemalm.

Föreningens medlemmar kan också själva se temperatur och fuktighet i sin lägenhet med hjälp av sin egen mobiltelefon.

Sensorerna är kopplade till den digitala undercentralen där värmen matas ut till radiatorerna i lägenheterna. Med hjälp av JM gjordes en värmeoptimering av hela fastigheten för cirka ett år sedan. Energiåtgärderna har gjort att fastigheten flyttats från energiklass C till B vilket är den näst högsta klassen berättar Michael Rydnemalm.

I en nyligen gjord energirapport för Brf Dragörkajen framgår att föreningen minskat sina energikostnader från drygt 400 000 kronor om året 2016 till cirka 140 000 kronor 2019.

Hur ser då föreningens digitala planer ut framöver?

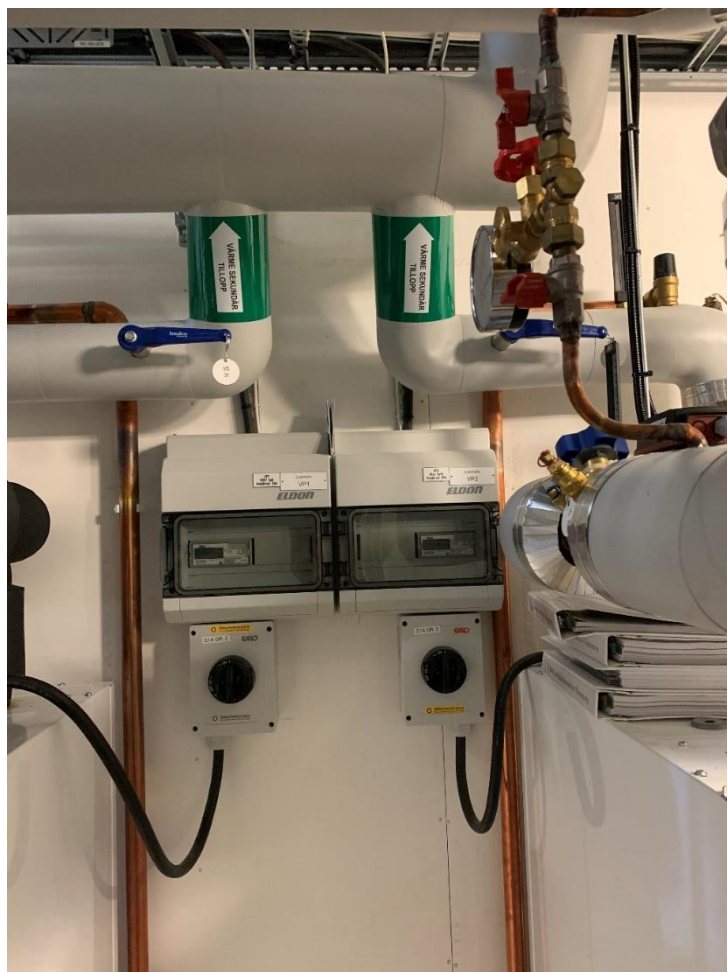
- När det gäller framtiden för värmekomfort finns det en diskussion och trend i branschen om det ska finnas en basvärme på låt säga 20 grader som alla betalar, men där de som önskar ha en varmare lägenhet får betala extra för det. Här undersöker vi hur vi kan styra detta med digitala system.

– Digitaliseringstrenden är stor idag och vi har också funderingar kring hur vi kan påverka föreningens elförbrukning. Vi har investerat i åtta laddplatser för laddning av elbilar och planerar att dubbla antalet laddplatser. Problemet är att det är begränsade möjligheterna att ladda bilarna mellan klockan 16-22, då elen är väldigt dyr. I värsta fall har du ingen el i batteriet om du vill åka en sväng på kvällen. Vi vill kunna laddoptimera så att vi anpassar oss till eltarifferna så att vi kan ta ut el både till våra laddstolpar på bästa sätt men också att kunna styra elen när våra värmepumpar ska slå till, säger Michael Rydnemalm.

Bilden: Brf Dragörkajen.

Bild: Egain

Svensk Byggtidning, 27/2 2020



Bilaga 5

Maxflödesventil för tilluftsdon

Bakgrund

Vid höga vindhastigheter på fasaden kan tilluftsflödet till tilluftsdon installerade i anslutning till radiatorer behöva begränsas, så att tilluften inte ökar. Särskilt i byggnader med en bygghöjd över 5 våningar och uppförda i utsatt läge, exempelvis vid kuster.

Olika typer av "stormsäkringar" för begränsning av tilluften vid sådana förhållanden har studerats, varav en ventil som kan justeras till ett maximalt flöde om 28–36 m³/h anses vara mest lämplig.

Denna så kallade maxflödesventil har provats med och utan stoftbelastning i luften. I denna studie har ett standardstoft av typen ASHRAE använts, avsett för provning av filter enligt standard EN779:2012 i syfte att motsvara stoftet i atmosfären.

Provning av maxflödesventil

Ventilen provades innan stoft tillfördes tilluften. Därefter kontrollerades ventilen efter 5 respektive 10 veckors stoftbelastning i laboratoriet.

Tryckfallet och flödet genom ventilen mättes kontinuerligt med hjälp av en mätfläns och studerades vid inställning av ventilens nominella luftflöden.

Luftflödet mättes även vid pulsbelastningar i syfte att simulera de luftstötar som uppstår vid byig vind med höga lufthastigheter under kort tid. Tre avläsningar gjordes under pulspåverkan då ventilen utsattes för ett antal luftpulser med hjälp av ett spjäll. Varje gång erhöles en kort luftflödesökning varefter ventilen omedelbart reglerade till det inställda nominella flödet. Se tabeller på följande sidor.

Prov 1: Provning av ny ventil som ej har belastats med stoft

Förhållanden				
Nominellt luftflöde		8 respektive 10 l/s		
Luftpulser, 1 respektive 5 sekunder		40–50 l/s		
Lufttemperatur		20 °C (RH 45 %)		
Tryckfall över ventilen		6–8 Pa		
Resultat				
Nominellt luftflöde	Ventilinställning (max. flöde)	Luftflöde	Luftpuls	Flöde under luftpuls
8 l/s	29 m³/h	28,8 m³/h	29,1 m³/h	29,5 m³/h
10 l/s	36 m³/h	37,0 m³/h	36,3 m³/h	36.6 m³/h

Inga skillnader kunde noteras i regleringen vid korta eller långa luftpulser.

Prov 2: Provning av ventil efter stoftbelastning (30–40 ug/m³) i 5 veckor

Förhållanden				
Nominellt luftflöde		8 respektive 10 l/s		
Luftpulser, 1 respektive 5 sekunder		40–50 l/s		
Lufttemperatur		19 °C (RH 47 %)		
Tryckfall över ventilen		7–8 Pa		
Resultat				
Nominellt luftflöde	Ventilinställning (max. flöde)	Luftflöde	Luftpuls	Flöde under luftpuls
8 l/s	29 m ³ /h	29,0 m ³ /h	29,1 m ³ /h	29,2 m ³ /h
10 l/s	36 m ³ /h	36,6 m ³ /h	36,9 m ³ /h	37,0 m ³ /h

Inga förändringar i ventilens funktion kunde noteras efter 5 veckors stoftbelastning.

Prov 3: Provning av ventil efter stoftbelastning (30–40 ug/m³) i 10 veckor

Förhållanden				
Nominellt luftflöde		8 respektive 10 l/s		
Luftpulser, 1 respektive 5 sekunder		40–50 l/s		
Lufttemperatur		22 °C (RH 60 %)		
Tryckfall över ventilen		7–8 Pa		
Resultat				
Nominellt luftflöde	Ventilinställning (max. flöde)	Luftflöde	Luftpuls	Flöde under luftpuls
8 l/s	29 m ³ /h	29,2 m ³ /h	29,0 m ³ /h	29,6 m ³ /h
10 l/s	36 m ³ /h	36,9 m ³ /h	37,2 m ³ /h	37,4 m ³ /h

Inga förändringar i ventilens funktion kunde noteras efter 10 veckors stoftbelastning.

Sammanfattning

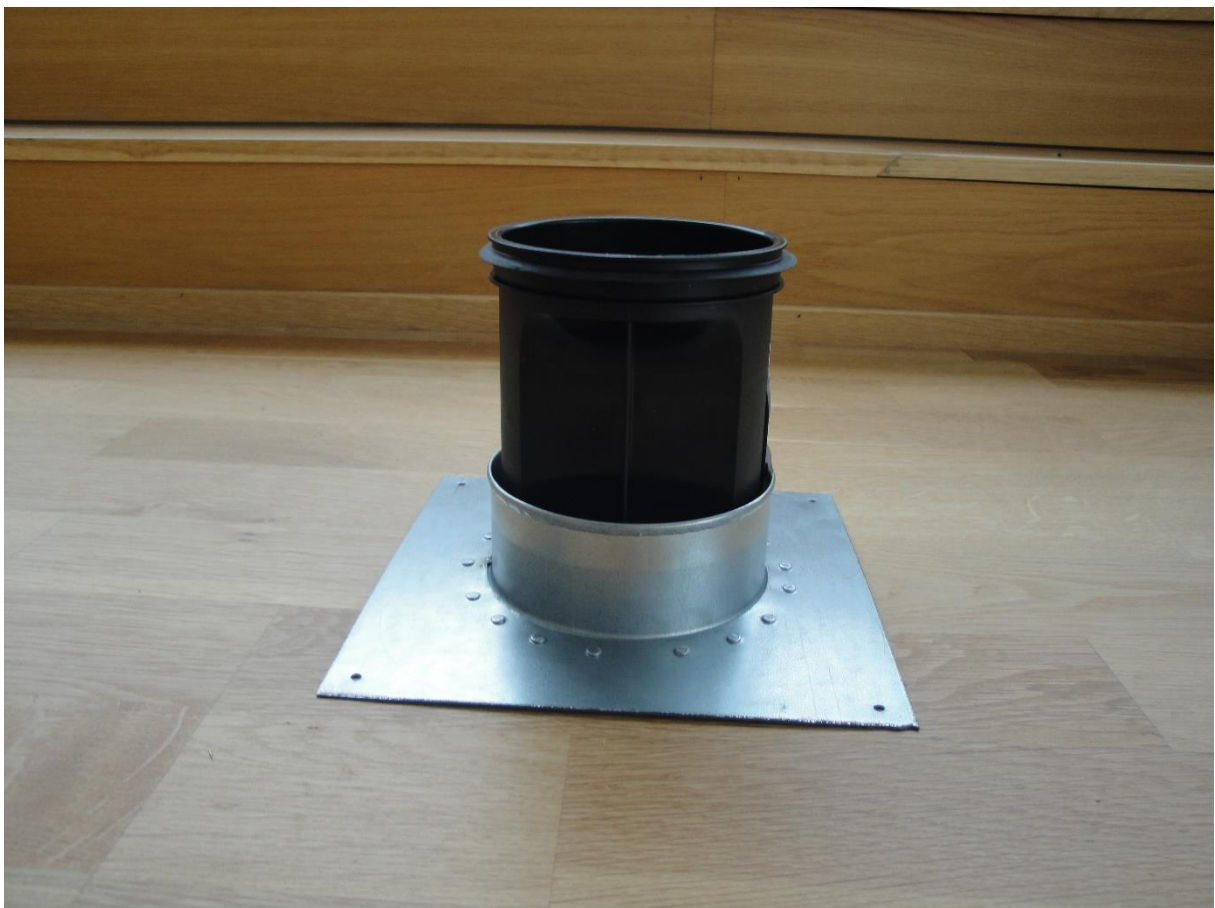
Provresultatet visar på en god reproducerbarhet. Ventilen ger ett intryck av bra funktion även efter en tids stoftbelastning.

En faktor som ej har kunnat provas är hur vinterklimatet påverkar regleregenskaperna hos en ventil monterad i fasadens vägg genomföring. Detta kommer att kontrolleras vid de årliga kontrollerna med ventilen i drift.

Helsingborg den 12 augusti 2015

Ralf Andersson

Provenco AB



Bilaga 6

Test av filter till tilluftsdon

Utrustning

Partikelräknare	PMS Laser Particle Counter 0,3/0,5/5,0 µm
Tryckfallsmätare	Furness Control
Lufthastighetsmätare	TSI 8330 M-S, flänsmätning i testrigg
Aerosolgenerator	TDA-4A
Aerosol	DEHS

Filterdata

Filtren i studien hade vid denna tid varit i drift i 13 månader i centrala Örebro. De var av typen Allergenfilter F7, levererade av Provenco AB.

Data för nytt filter:

Luftflöde	10 l/s
Effektivitet initialt, partiklar (0,4 µm)	63 %
Effektivitet med partiklar (0,4 µm)	82 %
Initialt tryckfall	7 Pa
Sluttryckfall vid stoftbelastning	15 Pa

(Vid de aktuella proven belastades filtren ej med stoft)

Utförande

Filtren testades enligt normtestmetod EN779:2012, som utförs under kort tid för klassning av filter för ventilation i bostäder. De värden som indikeras under provtiden kan ge information om filtermaterialets kvalitet. Resultatet motsvarar hur filtren påverkas i verklig drift.

Filtren placerades även i tilluftsdon och belastades med DEHS, en testaerosol med partiklar i storleken 0,4 µm, medan partikelkoncentrationerna före och efter filtren mättes.

Efter detta mättes tryckfallet över filtren utan att DEHS eller partiklar tillsattes.

Filtrens vikt kontrollerades före och efter testet.

Resultat

Filter 1

Bild 1A visar filtersidan, försedd med pappram. Bild 1B visar sidan som varit placerad ut mot rummet. Testet visade att belastningen varit hög över hela filtret och en markering hade bildats i området för luftintaget. Kanterna var dock vita, vilket visar på täthet i filterinfästningen i donet (Bild 1B).

Filtret släppte partiklar vid en liten luftstöt, vilket gjorde att effektiviteten tillfälligt sjönk till 52 %.

Inga deformationer kunde noteras.

Mätresultat:

Luftflöde	10 l/s
Effektivitet med 0,4 µm	58 % (vid luftstöt: 52 %)
Tryckfall	10 Pa

Filter 2

Bild 2A visar filtersidan, försedd med pappram. Bild 2B visar sidan som varit placerad ut mot rummet.

Testet visade att belastningen varit hög över hela filtret och en markering hade bildats i området för luftintaget. Kanterna var dock vita, vilket visar på täthet i filterinfästningen i donet (Bild 2B).

Filtret släppte ej partiklar vid en liten luftstöt och inga deformationer kunde noteras.

Mätresultat:

Luftflöde	10 l/s
Effektivitet med 0,4 µm	55 %
Tryckfall	11 Pa

Filter 3

Bild 3A visar filtersidan, försedd med pappram. Bild 3B visar sidan som varit placerad ut mot rummet.

Testet visade att belastningen varit hög över hela filtret. Det fanns även en förhöjd koncentration av stoft och sot på hela filtret, som verkar ha utsatts för något högre belastning jämfört med de andra filtren. Kanterna var dock vita, vilket visar på täthet i filterinfästningen i donet (Bild 3B).

Filtret släppte partiklar vid en liten luftstöt, vilket gjorde att effektiviteten tillfälligt sjönk till 45 %.

Inga deformationer kunde noteras.

Mätresultat:

Luftflöde	10 l/s
Effektivitet med 0,4 µm	50 % (vid luftstötar: 45 %)
Tryckfall	13 Pa

Sammanfattning

En liten skillnad mellan filtren kunde konstateras. Testerna visade att filtret kan släppa partiklar när det utsätts för små luftstötar. Enligt våra erfarenheter kommer partikelläckaget att öka något på grund av den höga stoftbelastningen i det aktuella närområdet, men läckaget är trots allt litet och utgör inga problem.

Det ökade tryckfall som uppstår när partiklar fäster i filtermaterialet medför att luftmängden in till lägenheten reduceras. Förlusten inkluderas dock inte vid beräkningen av energibehovet för ventilation och förvärmning som ligger till grund för denna typ av ventilation.

Tryckfallet över respektive don med filter bör inte överstiga 15 Pa, eftersom de annars tar in ofiltrerad luft från andra platser i bostaden. Vi rekommenderar därför att de aktuella filtren byts ut inom 2 till 3 månader. Normalt rekommenderas filterbyte var 12:e månad vid drift i stadsmiljö.

Helsingborg den 15 februari 2019

Ralf Andersson

Provenco AB



Bild 1A



Bild 1B



Bild 2A



Bild 2B



Bild 3A

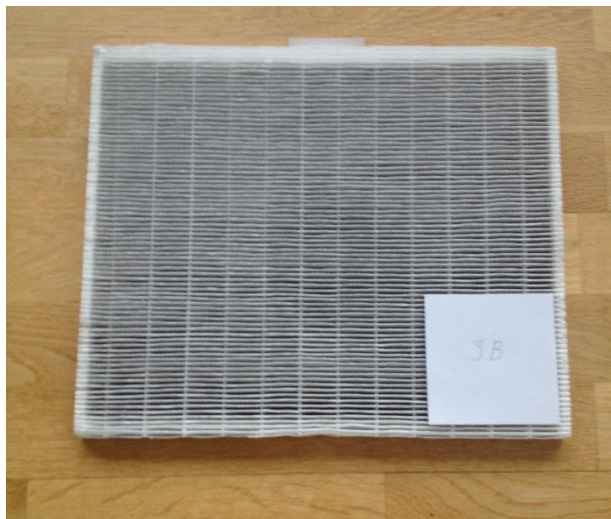


Bild 3B



Tryckdifferens över filter F7 vid luftflödet 10 l/s



Partikelmätningar (DEHS) före och efter filter F7

Bilaga 7: Byggnader



Bilaga 7: Byggnader



Byggnad 8-9



Byggnad 10